

GEOLOGIE
Bases pour l'ingénieur

Polytech 3A GC

Mikael Motelica-Heino

mikael.motelica@univ-orleans.fr
Polytech Navier 015
ISTE R120

09/07/2015



Structure

1- Qu'est ce que la géologie?

2- Le système Terre

3- Plan et organisation du cours

4- Ressources

5- Processus géologiques

6- Géologie de l'ingénieur



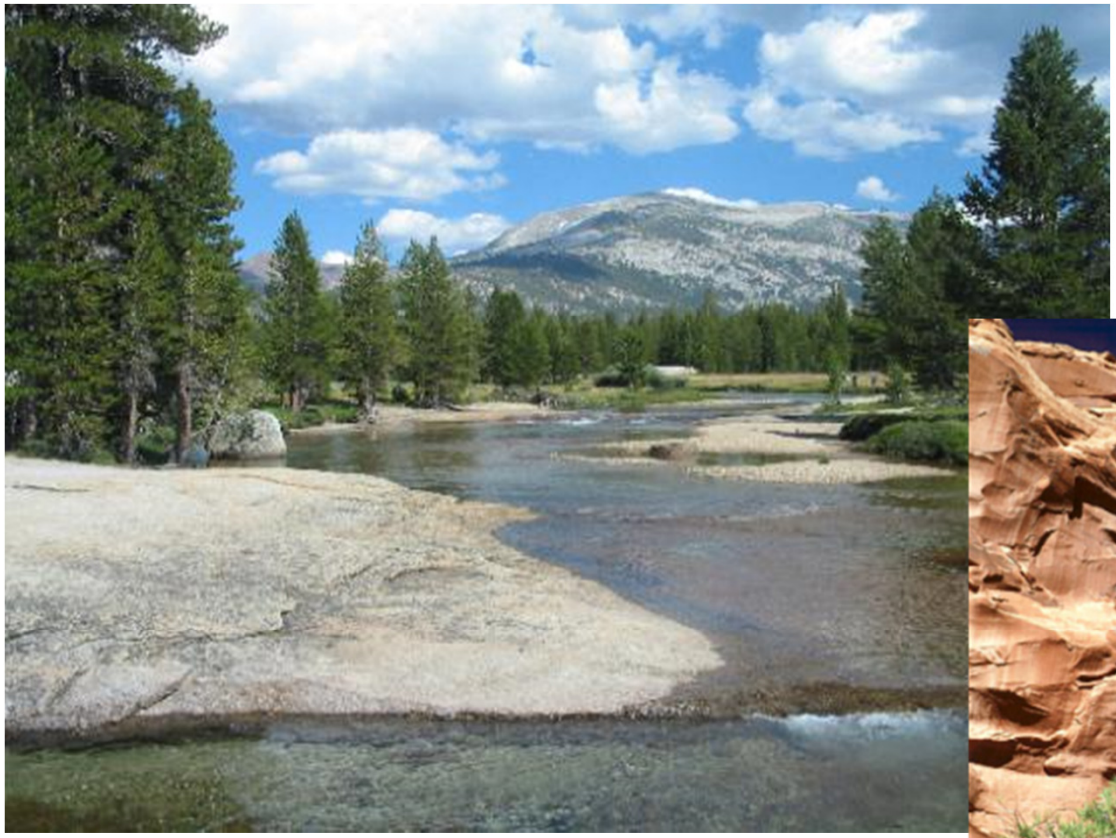
1- Qu’est ce que la géologie?

La géologie est la science qui traite de la composition, de la structure, de l'histoire et de l'évolution des couches internes et externes de la Terre, et des processus qui la façonnent.



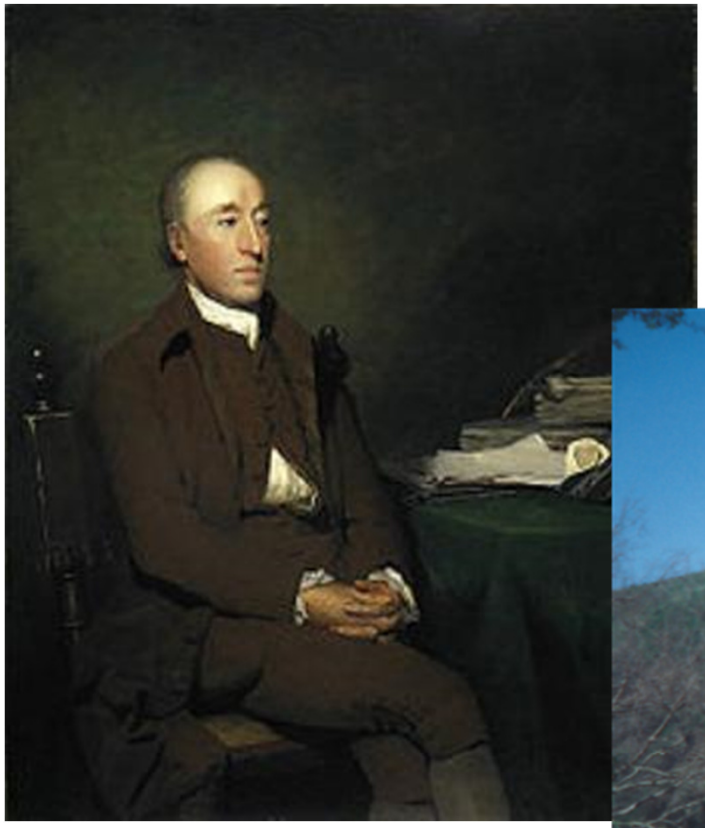


Géologie – science interdisciplinaire qui explique les processus naturels par les interactions entre la physique, chimie et biologie





Le présent est la clé du passé…





Passé et présent sont aussi la clé du futur!

Tableau 1.1 Quelques faits marquant l'histoire des sciences géologiques.

Siècle	Auteur	Notion introduite
– XIII^{e}	Moïse	Création divine de la terre, des mers, et des êtres vivants
– VI^{e}	Xénophane de Colophon	Les fossiles sont d'anciens organismes marins
– IV^{e}	Aristote	Mouvance cyclique des terres et des mers
I^{er}	Strabon	Exhaussement d'un voussoir de l'écorce terrestre (début de la tectonique)
XVI^{e}	Léonard de Vinci	Les montagnes sont d'anciens rivages soulevés
XVIII^{e}	Buffon	Durée géologique et épaisseur des sédiments
XIX^{e}	Cuvier	Transformations biologiques suite à des catastrophes
XIX^{e}	Darwin	Evolution lente par la sélection naturelle
XX^{e}	Wegener	Dérive des continents


Laboratoire de Minéralogie, Sorbonne, 1950

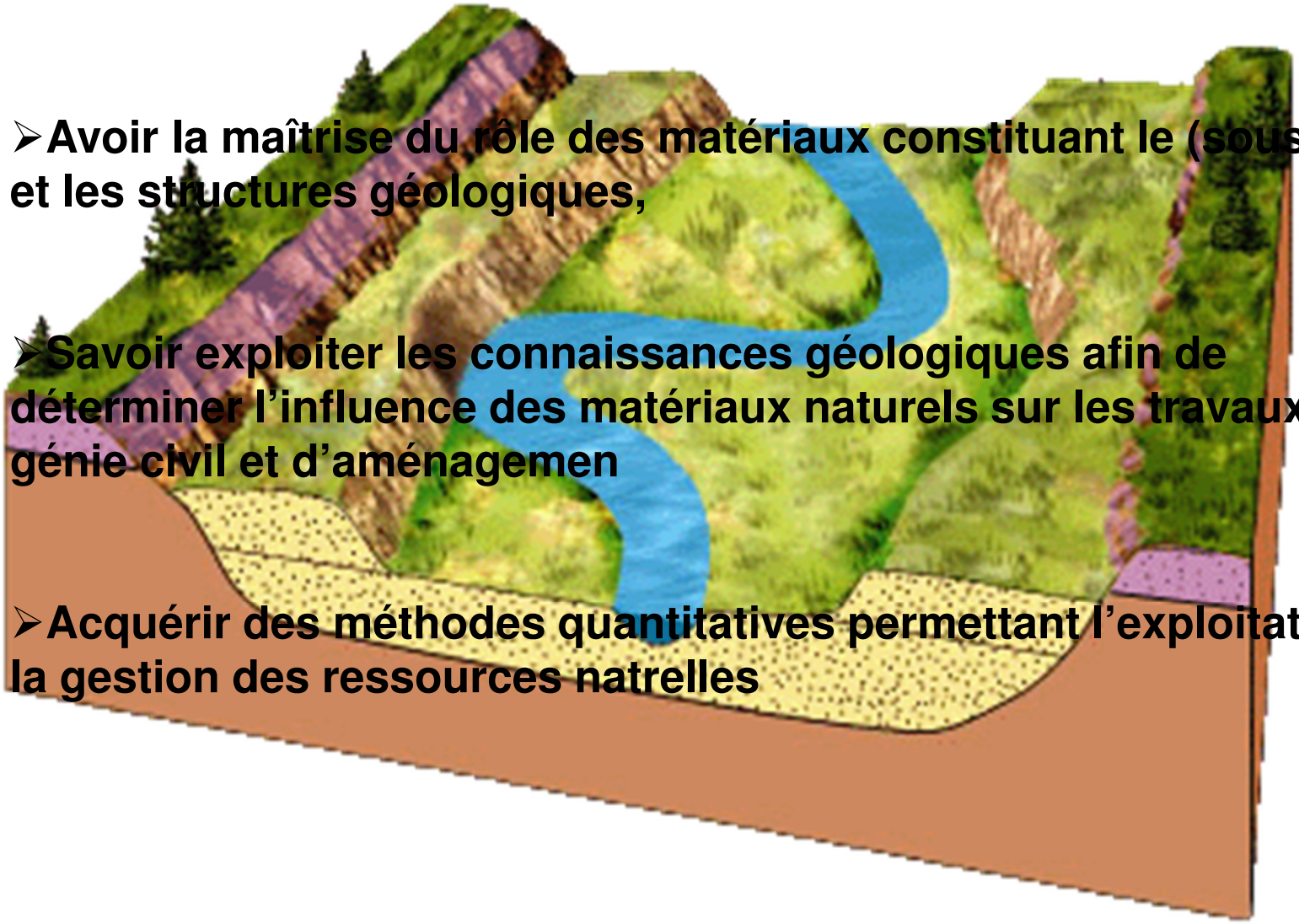
Principaux domaines de la géologie

• La Pétrographie : qui s'appuie sur l'étude des minéraux (minéralogie) et des propriétés de l'état cristallin de la matière (cristallographie) pour décrire les roches.

• La Stratigraphie : ou analyse de la succession des couches géologique : elle s'appuie sur la connaissance de la nature des terrains et de leur contenu en fossiles (biostratigraphie).

• La Tectonique : ou l'étude de la déformation de la partie superficielle de la terre

Objectifs de cet enseignement



- Avoir la maîtrise du rôle des matériaux constituant le (sous) sol et les structures géologiques,

- Savoir exploiter les connaissances géologiques afin de déterminer l'influence des matériaux naturels sur les travaux de génie civil et d'aménagemen

- Acquérir des méthodes quantitatives permettant l'exploitation et la gestion des ressources natrelles

Sujets traités

a. les composantes de l'écorce terrestre (minéraux, fluides, gaz);

b. l'hydrosphère (eau de surface et eau souterraine);

c. l'évolution de la surface du globe à diverses échelles spatiales et temporelles (pluies, marées, formation et dérive de continents, etc.);

d. les facteurs de changement (érosion, sédimentation, acteurs biologiques, etc.).

e. le rôle de la géologie dans les grands enjeux de la société

Principales activités liées à l'exercice de la géologie

L'exécution de relevés d'études et de cartes géologiques effectuées sur le terrain ou à partir de documents, telles les interprétations photogéologiques et les données fournies par la télédétection, la géochimie, etc.
L'exécution de relevés et d'études effectuées par interprétation des données fournies par les sondages et forages, et leur exploitation.
L'exécution de relevés et d'études géologiques aux fins de travaux concernant des ouvrages et des aménagements.
Les recherches relatives à l'étude et à la prévention des risques naturels à caractère géologique, tels que les glissements de terrain, séismes, éruptions volcaniques, érosions des sols et des côtes, etc.
Les études géologiques concernant les eaux superficielles et souterraines ; soit la recherche, l'évaluation, l'exploitation et la protection des ressources en eau.
Les études géologiques relatives à la recherche et à l'exploitation des gisements de minerais, d'hydrocarbures, de charbon et de toutes autres substances utiles extraites en mines ou carrières.
Les études géologiques relatives au stockage souterrain et de surface.
Les études géologiques relatives à la recherche et à l'exploitation des gisements géothermiques.
Les études géologiques appliquées la caractérisation et la restauration des terrains contaminés.
Les études géologiques liées à la protection de l'environnement, à la préservation des ressources naturelles, en quantité comme en qualité, et du milieu naturel.

Bénéfices du cours

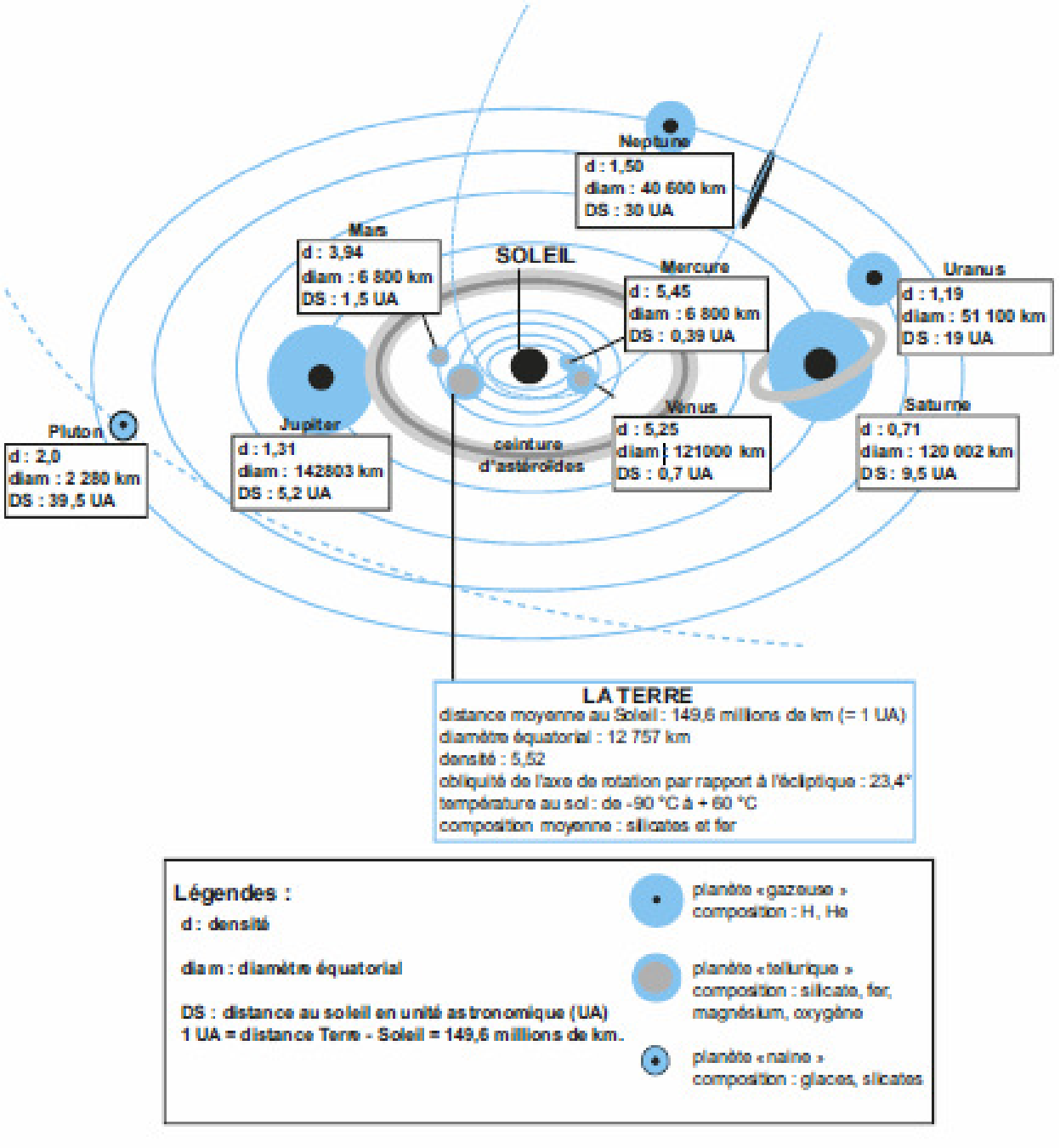


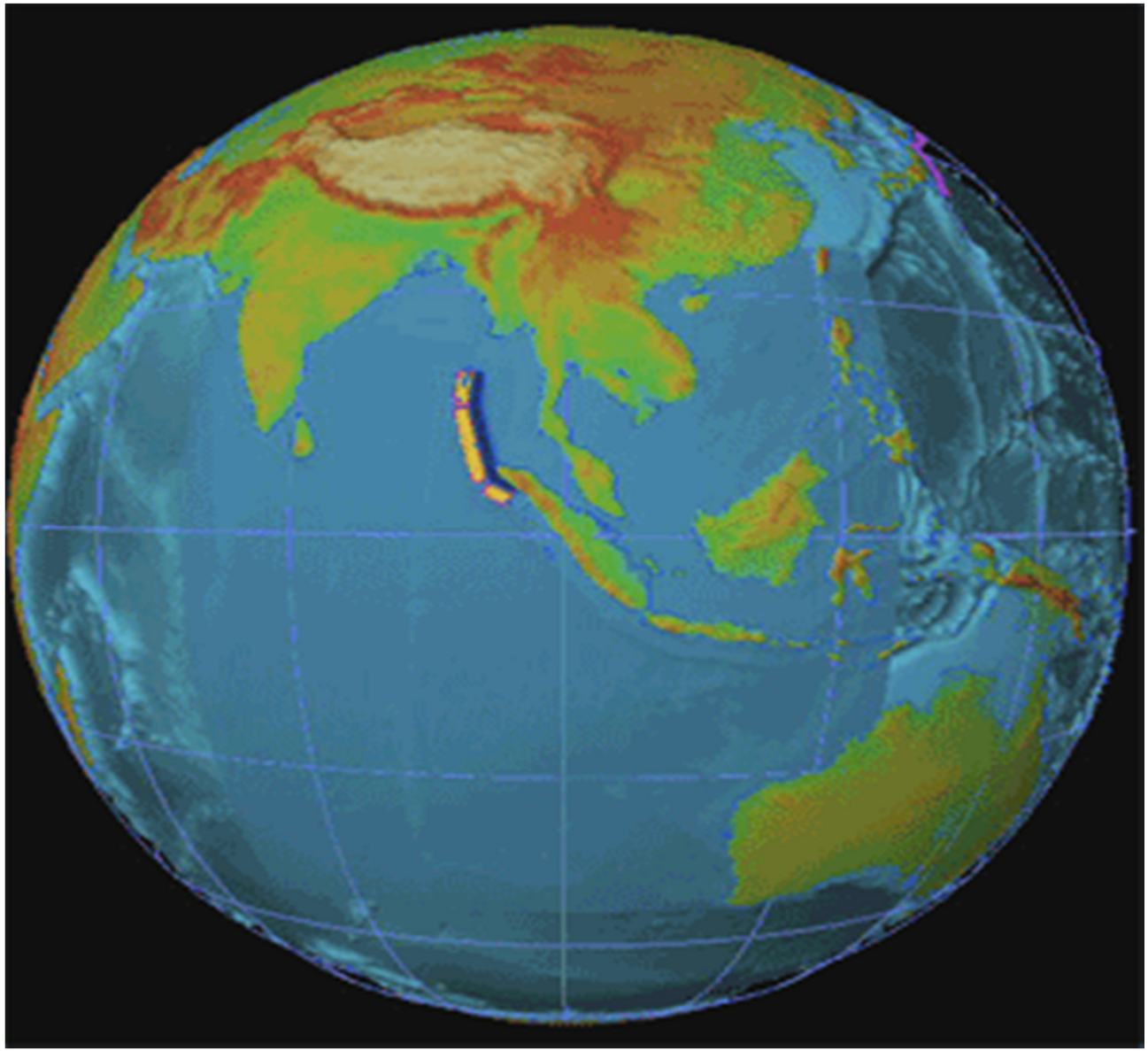
- des connaissances de base en géologie
- apprécier les effets et les causes des processus géologiques
- une compréhension de la structure des minéraux
- identifier les minéraux et les roches
- lire une carte géologique et faire un relevé

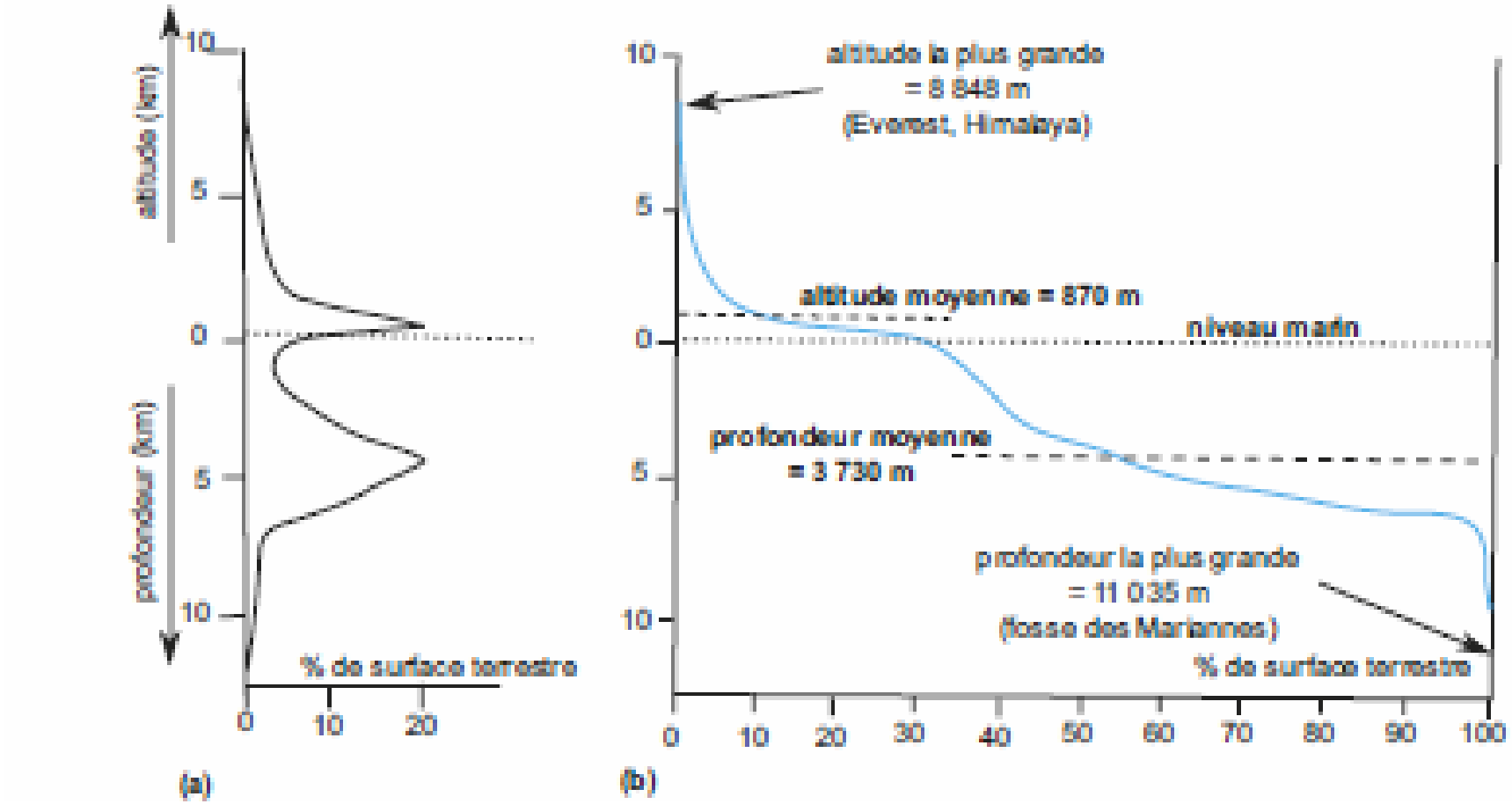


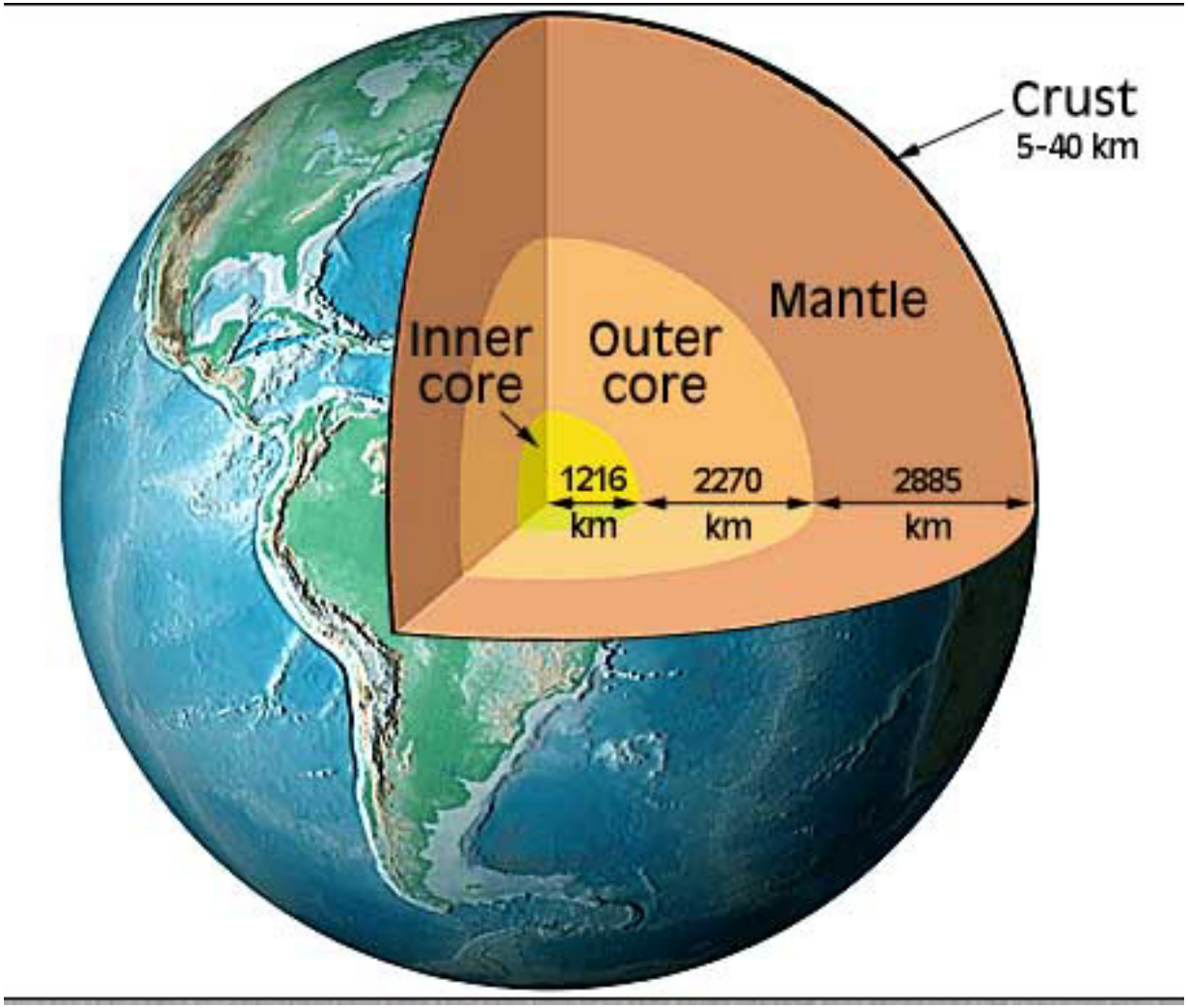
2- Le système Terre

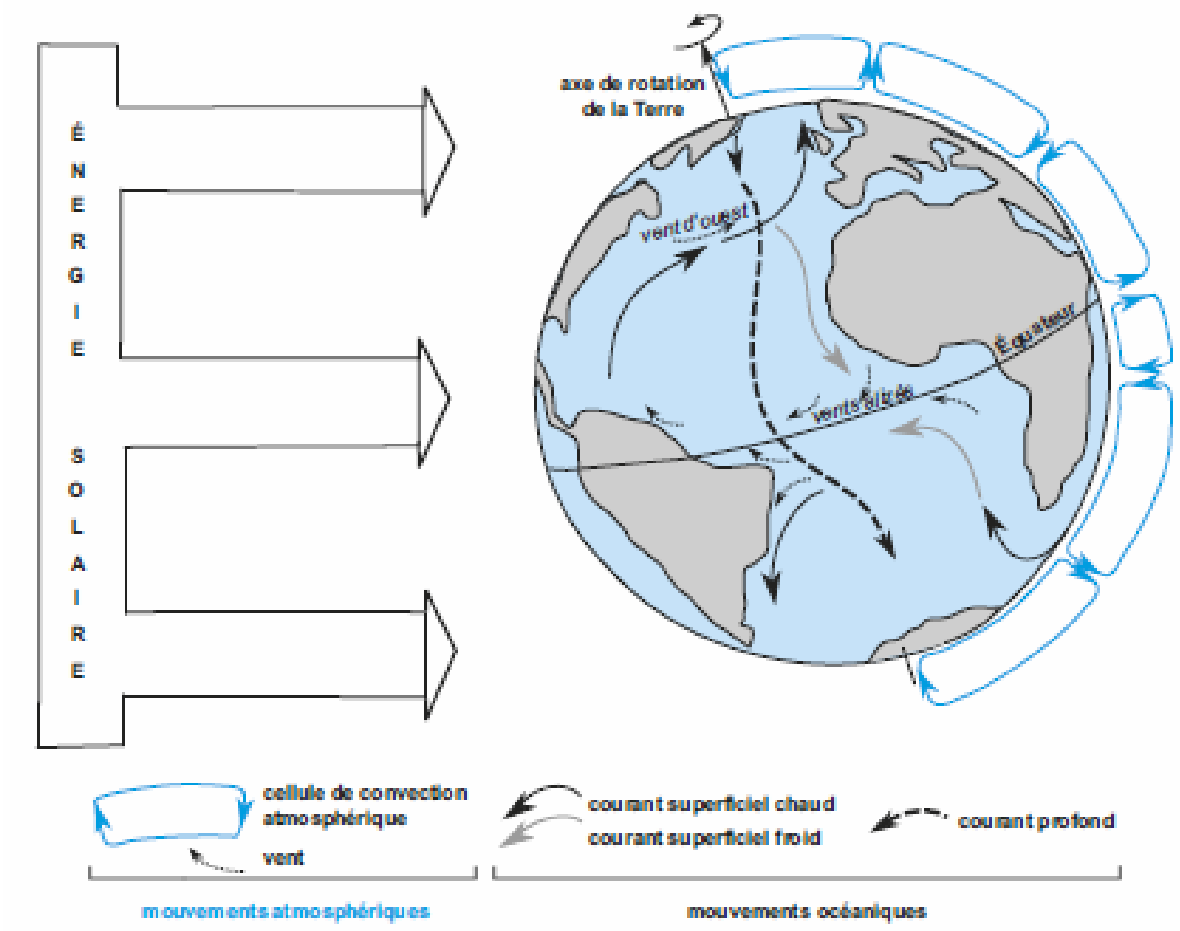


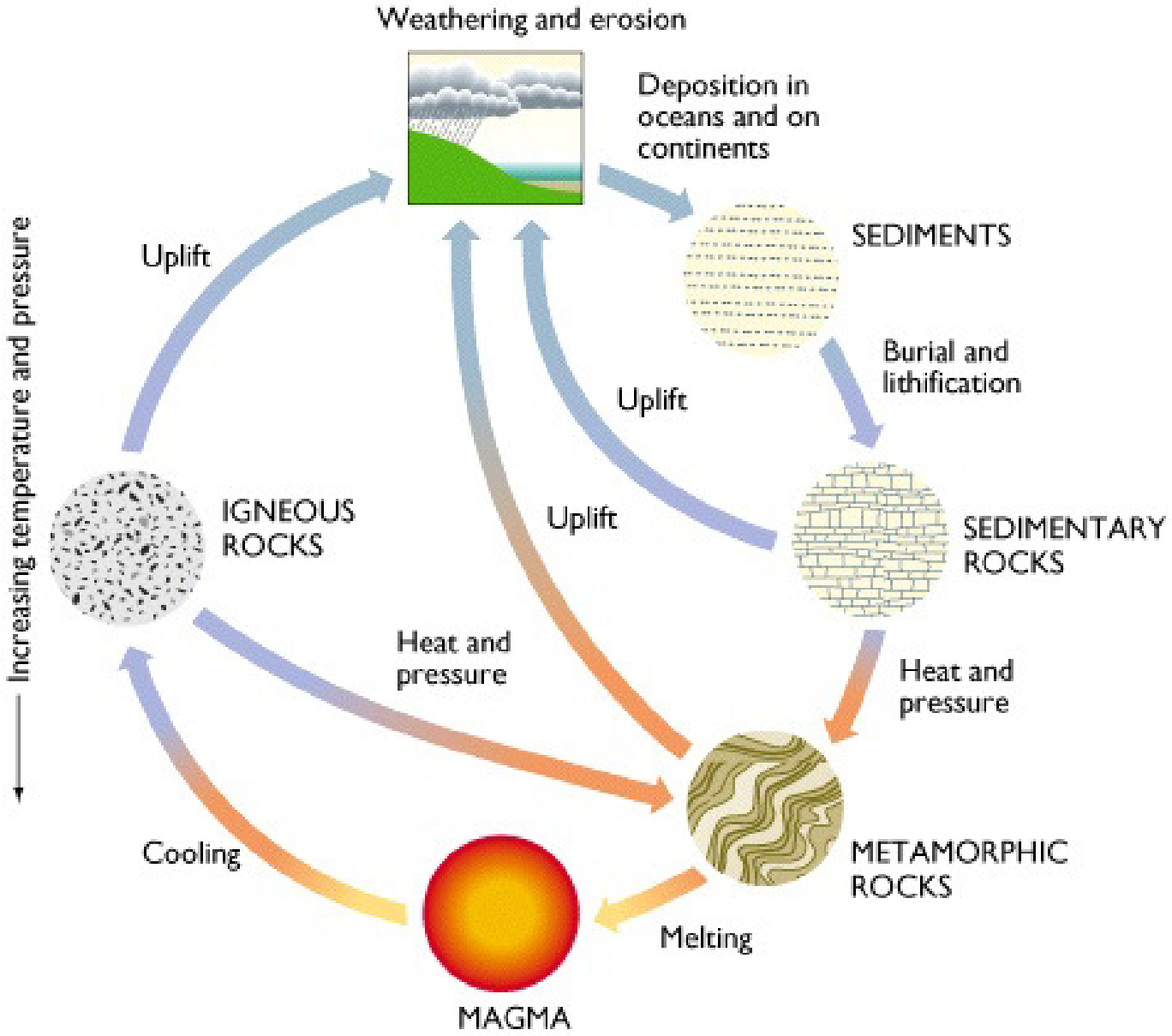

Neptune
d : 1,50
diam : 40 600 km
DS : 30 UA
Mars
d : 3,94
diam : 6 800 km
DS : 1,5 UA
SOLEIL
Mercure
d : 5,45
diam : 6 800 km
DS : 0,39 UA
Uranus
d : 1,19
diam : 51 100 km
DS : 19 UA
Pluton
d : 2,0
diam : 2 280 km
DS : 39,5 UA
Jupiter
d : 1,31
diam : 142803 km
DS : 5,2 UA
ceinture d'astéroïdes
Vénus
d : 5,25
diam : 121000 km
DS : 0,7 UA
Saturne
d : 0,71
diam : 120 002 km
DS : 9,5 UA
LA TERRE
distance moyenne au Soleil : 149,6 millions de km (= 1 UA)
diamètre équatorial : 12 757 km
densité : 5,52
obliquité de l'axe de rotation par rapport à l'écliptique : 23,4°
température au sol : de -90 °C à + 60 °C
composition moyenne : silicates et fer
Légendes :
d : densité
diam : diamètre équatorial
DS : distance au soleil en unité astronomique (UA)
1 UA = distance Terre - Soleil = 149,6 millions de km.
planète « gazeuse »
composition : H, He
planète « tellurique »
composition : silicate, fer, magnésium, oxygène
planète « naine »
composition : glaces, silicates

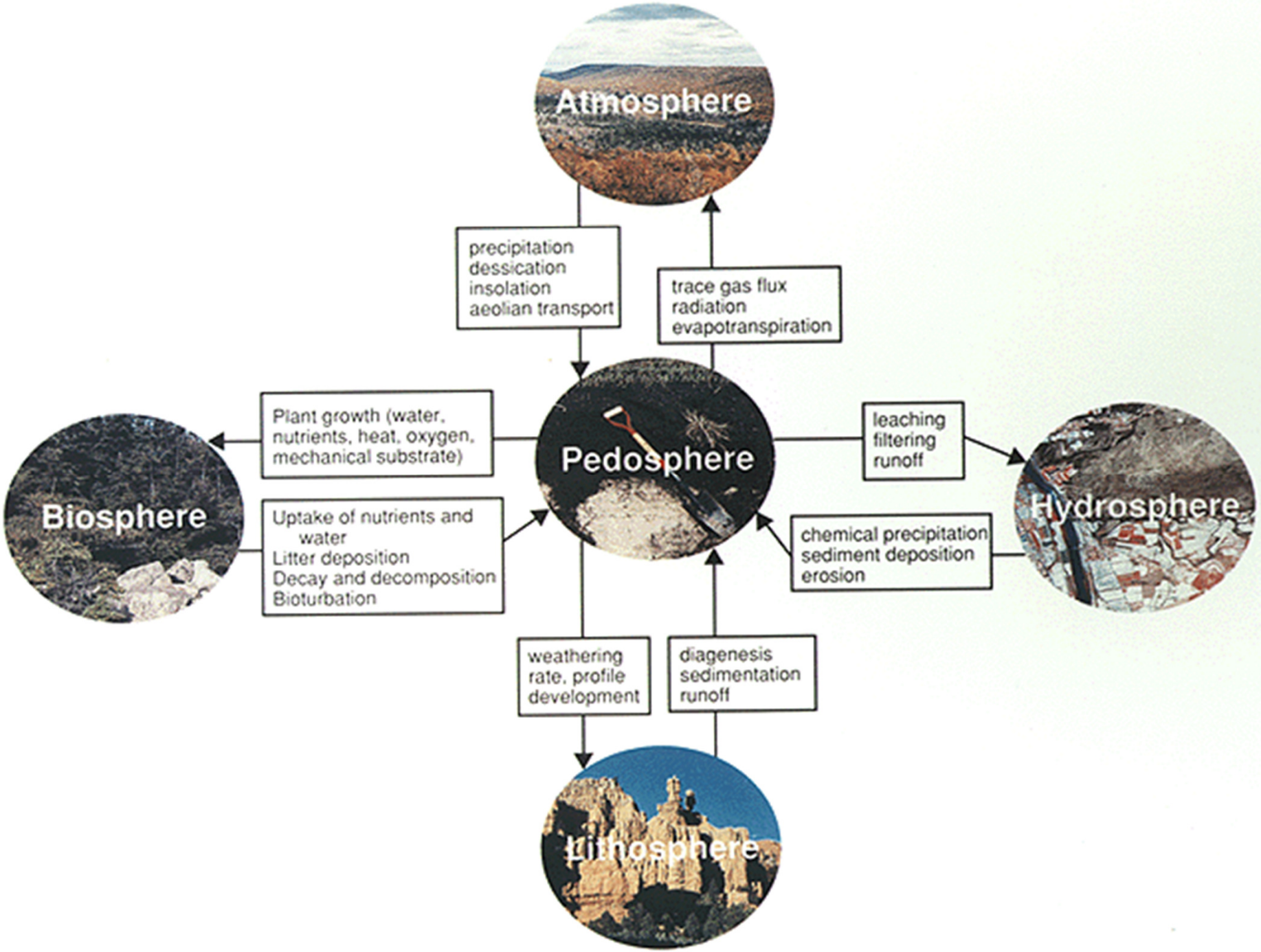



altitude (km)
10
5
0
5
10
profondeur (km)
% de surface terrestre
0
10
20
(a)
altitude la plus grande
= 8 848 m
(Everest, Himalaya)
altitude moyenne = 870 m
niveau marin
profondeur moyenne
= 3 730 m
profondeur la plus grande
= 11 035 m
(fosse des Mariannes)
% de surface terrestre
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
(b)


Crust
5-40 km
Mantle
Inner core
Outer core
1216 km
2270 km
2885 km


ÉNERGIE SOLAIRE
axe de rotation de la Terre
vent d'ouest
Équateur
vents d'est
cellule de convection atmosphérique
vent
courant superficiel chaud
courant superficiel froid
courant profond
mouvements atmosphériques
mouvements océaniques


Weathering and erosion
Deposition in oceans and on continents
SEDIMENTS
Burial and lithification
SEDIMENTARY ROCKS
Heat and pressure
METAMORPHIC ROCKS
Melting
MAGMA
Cooling
IGNEOUS ROCKS
Uplift
Uplift
Uplift
Increasing temperature and pressure


Atmosphere
precipitation
dessication
insolation
aeolian transport
trace gas flux
radiation
evapotranspiration
Plant growth (water,
nutrients, heat, oxygen,
mechanical substrate)
Biosphere
Pedosphere
leaching
filtering
runoff
Hydrosphere
Uptake of nutrients and
water
Litter deposition
Decay and decomposition
Bioturbation
chemical precipitation
sediment deposition
erosion
weathering
rate, profile
development
diagenesis
sedimentation
runoff
Lithosphere



3- Plan et organisation du cours

Plan du cours

Cours magistraux

v

Partie 1 Introduction

Partie 2 Minéraux constitutifs des roches

Partie 3 Magmatisme

Partie 4 Géologie de surface

Partie 5 Géologie interne

Partie 6 Géologie de la France



CM

Partie 1 Introduction (MM)

CM1 Introduction

CM2 Structure du globe

Partie 2 Minéraux constitutifs des roches (MM)

CM3 Minéraux constitutifs des roches

CM4 Minéraux constitutifs des roches

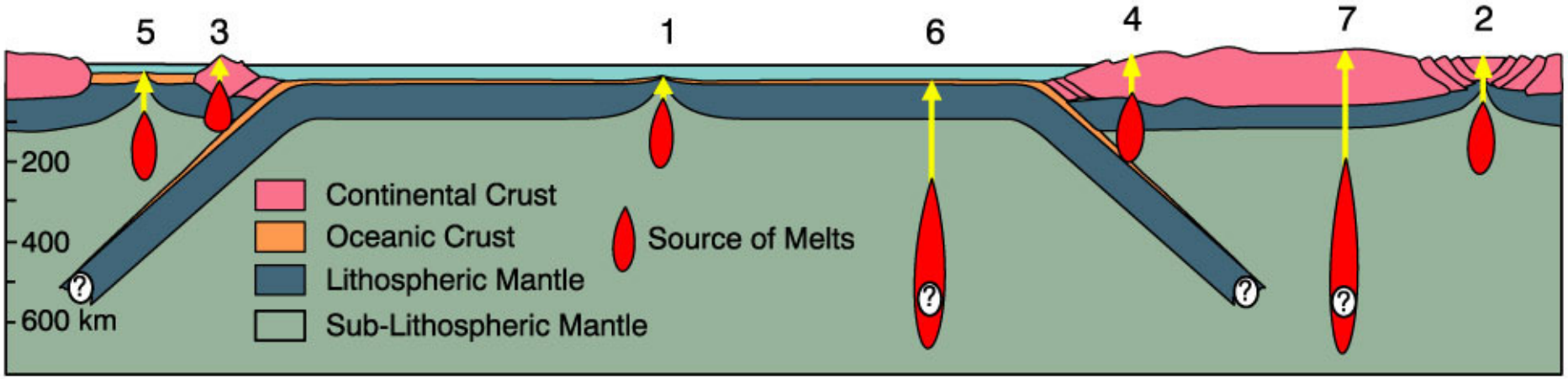
CM5 Minéraux constitutifs des roches

CM6 Minéraux constitutifs des roches

Partie 3 Magmatisme (JLB)

CM7 Magmatisme

CM8 Magmatisme





Partie 4 Géologie de la surface (SB, LLF)

CM9 Cycle de l'eau

CM10 Cycle de l'eau

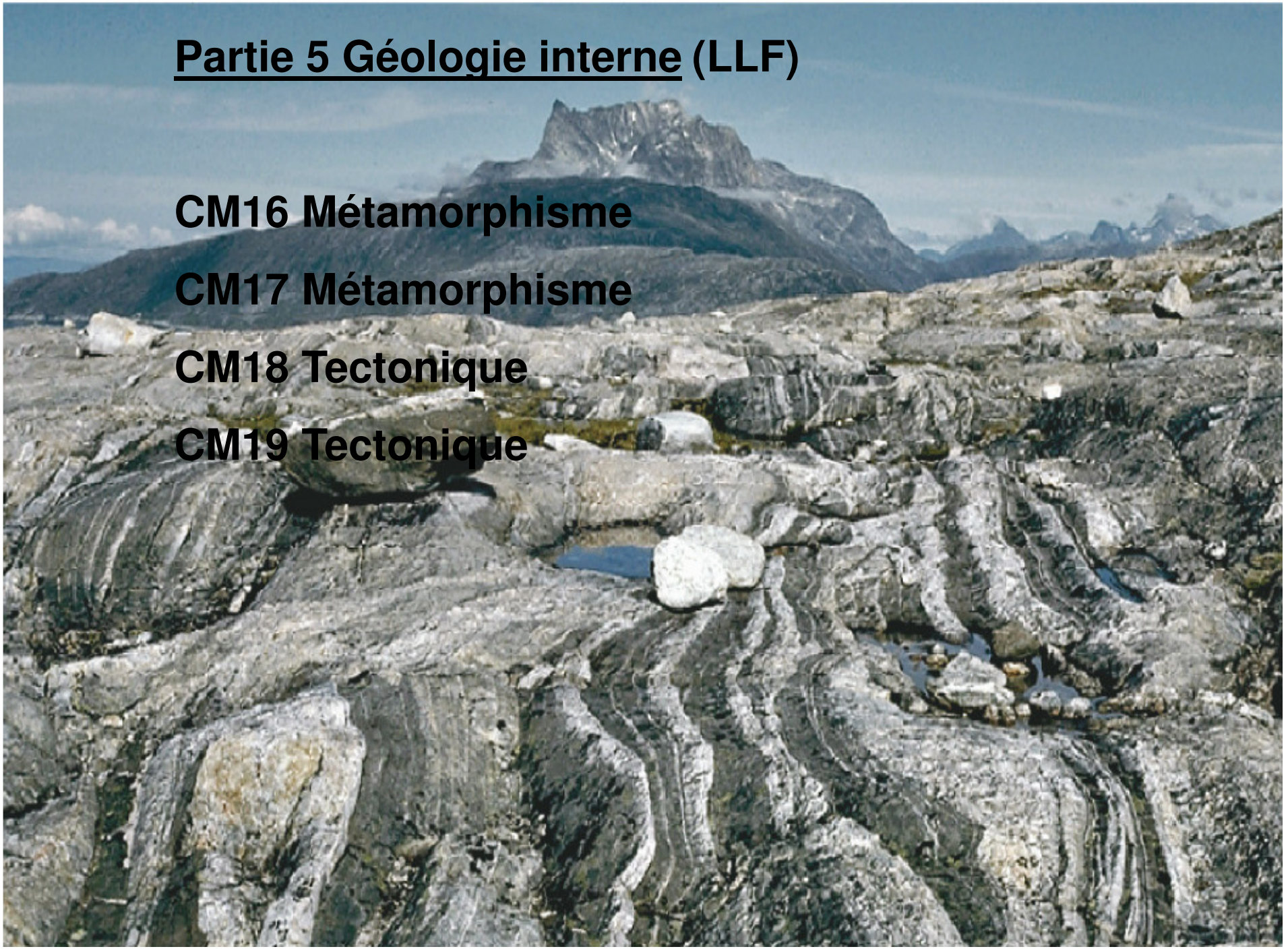
CM11 Altération des roches

CM12 Altération des roches

CM13 Milieu sédimentaire continental

CM14 Milieu sédimentaire continental

CM15 Milieu sédimentaire continental



Partie 5 Géologie interne (LLF)

CM16 Métamorphisme

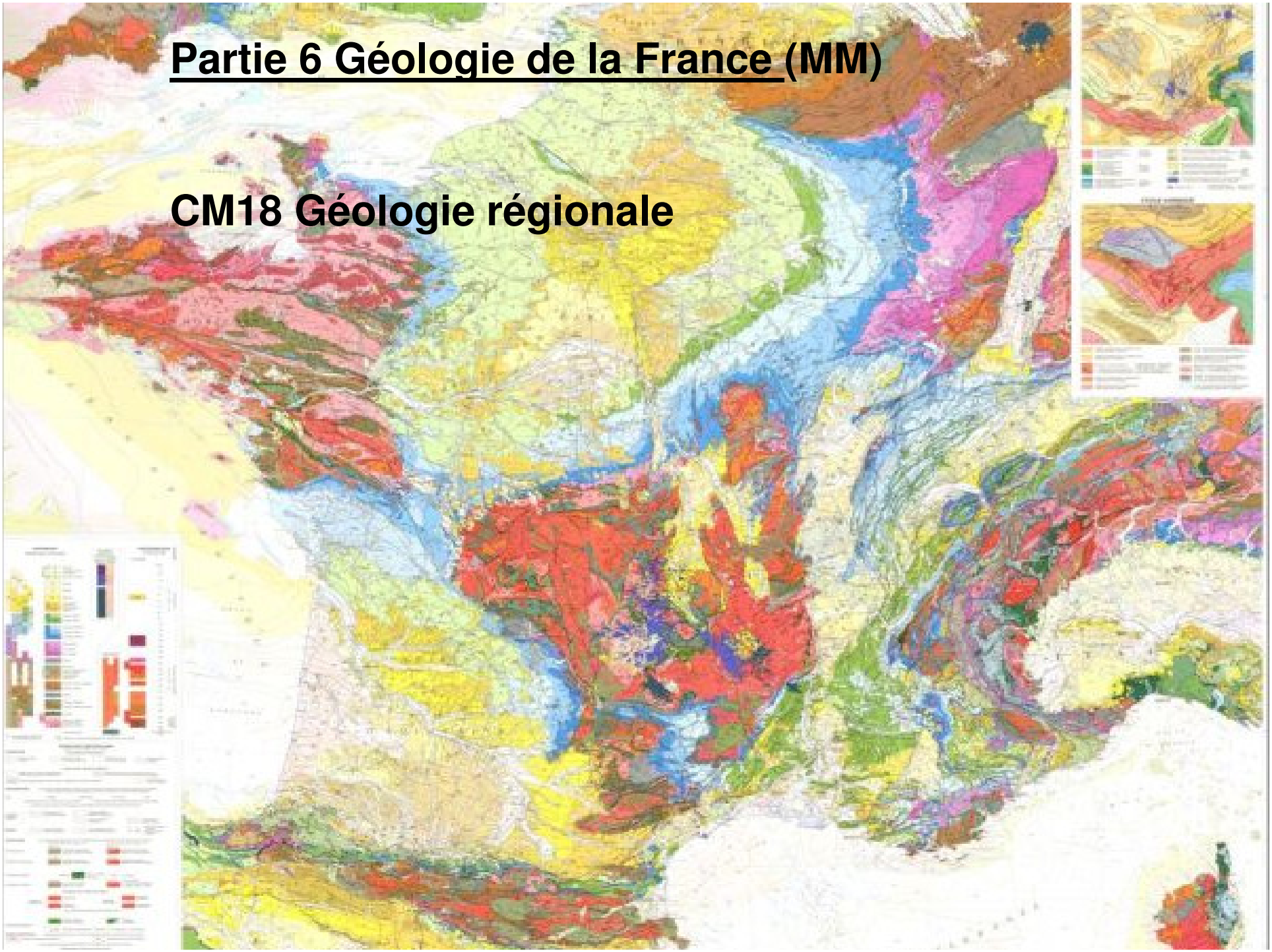
CM17 Métamorphisme

CM18 Tectonique

CM19 Tectonique

Partie 6 Géologie de la France (MM)

CM18 Géologie régionale

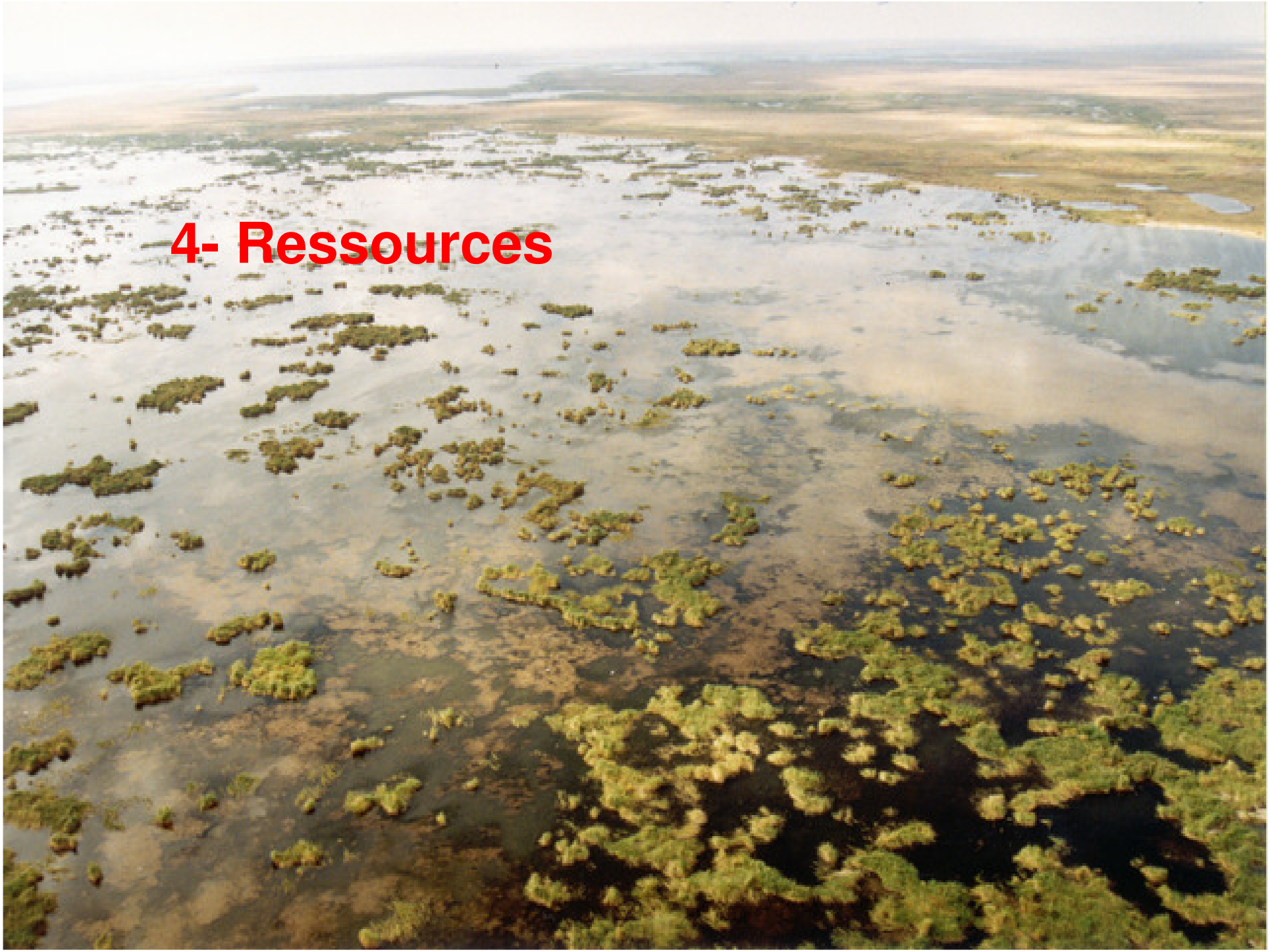


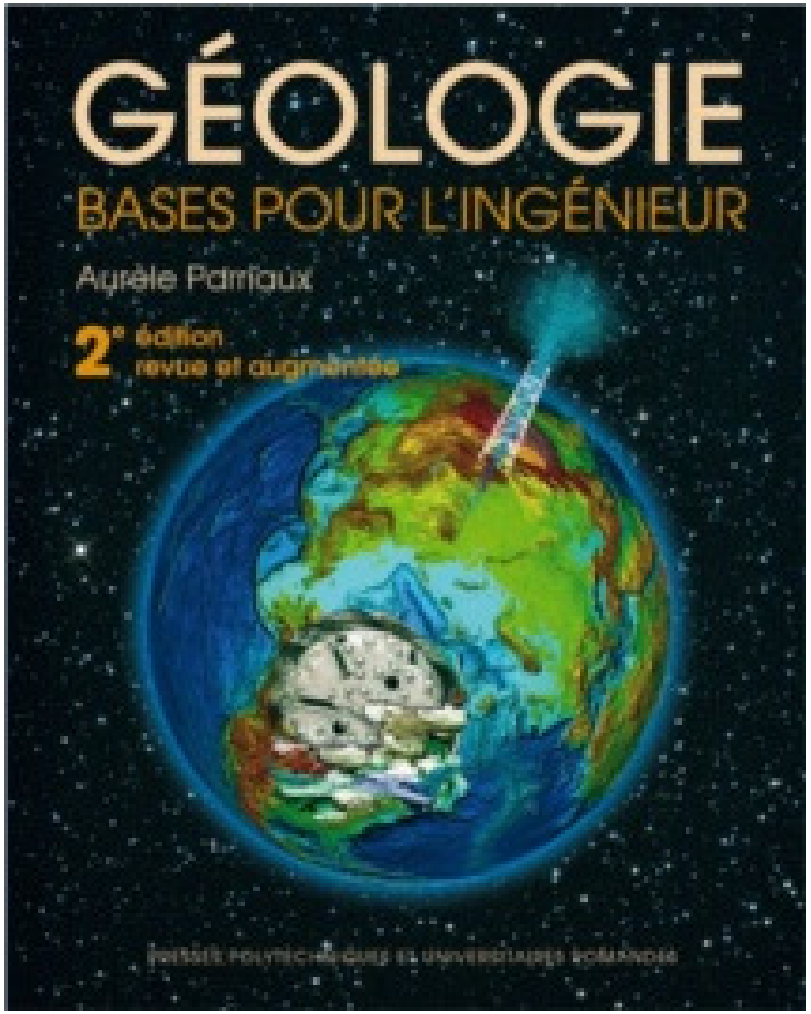
TP

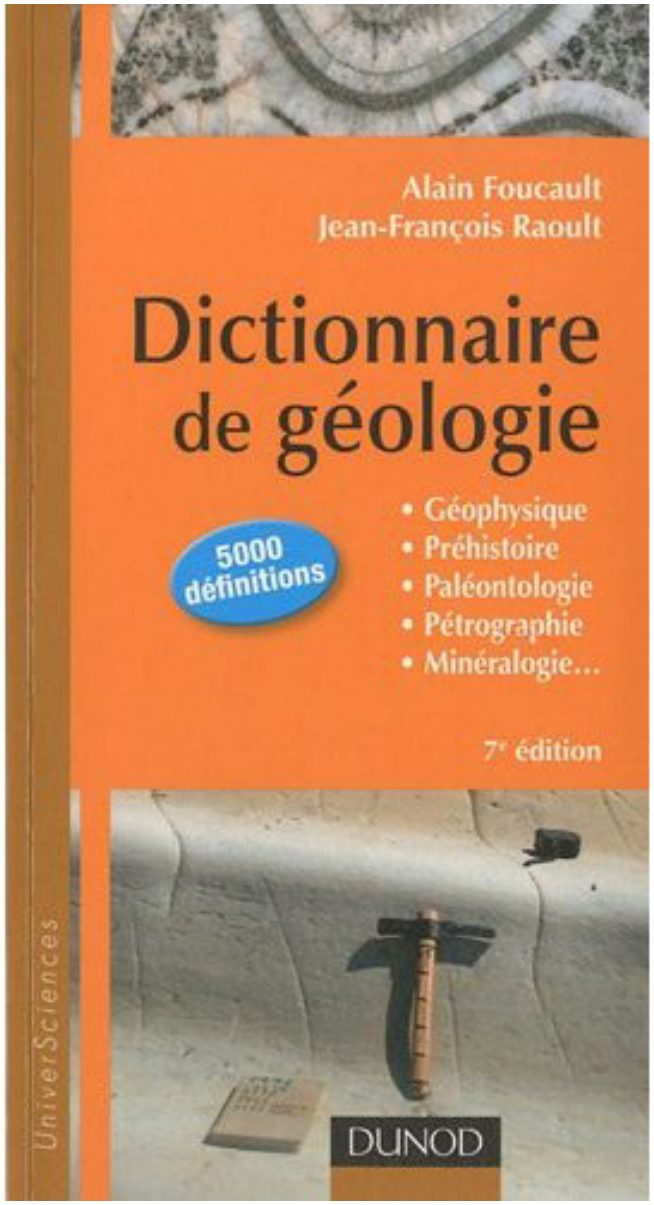
- Bâtiment ISTE (OSUC)



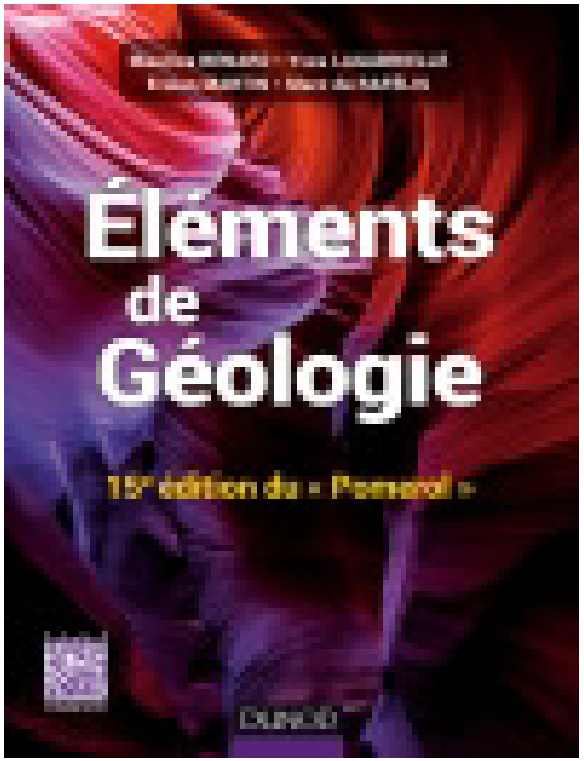


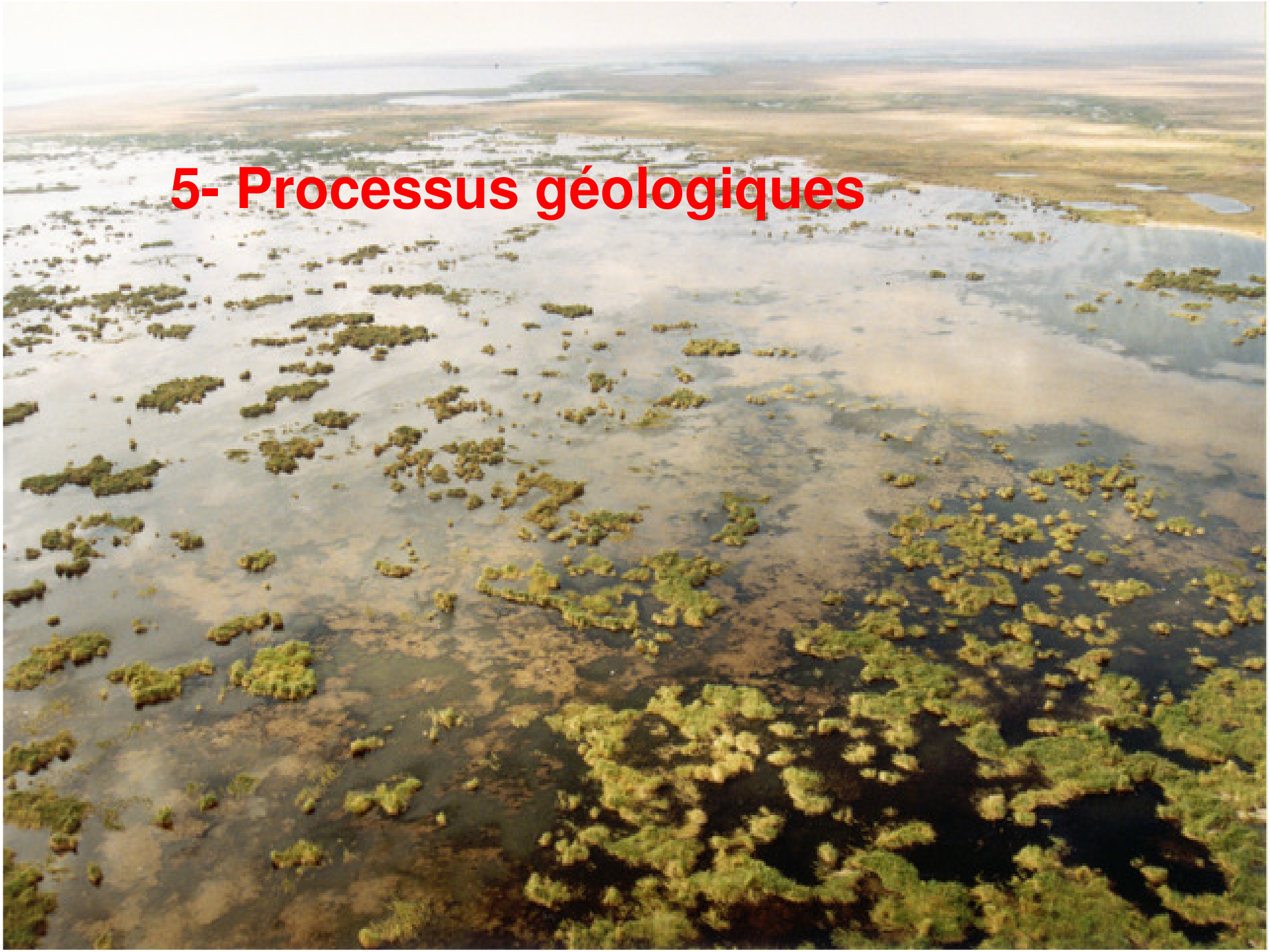

4- Ressources


GÉOLOGIE
BASES POUR L'INGÉNIEUR
Aurèle Parriaux
2e édition
revue et augmentée
PRESSES POLYTECHNIQUES ET UNIVERSITAIRES ROMANDES

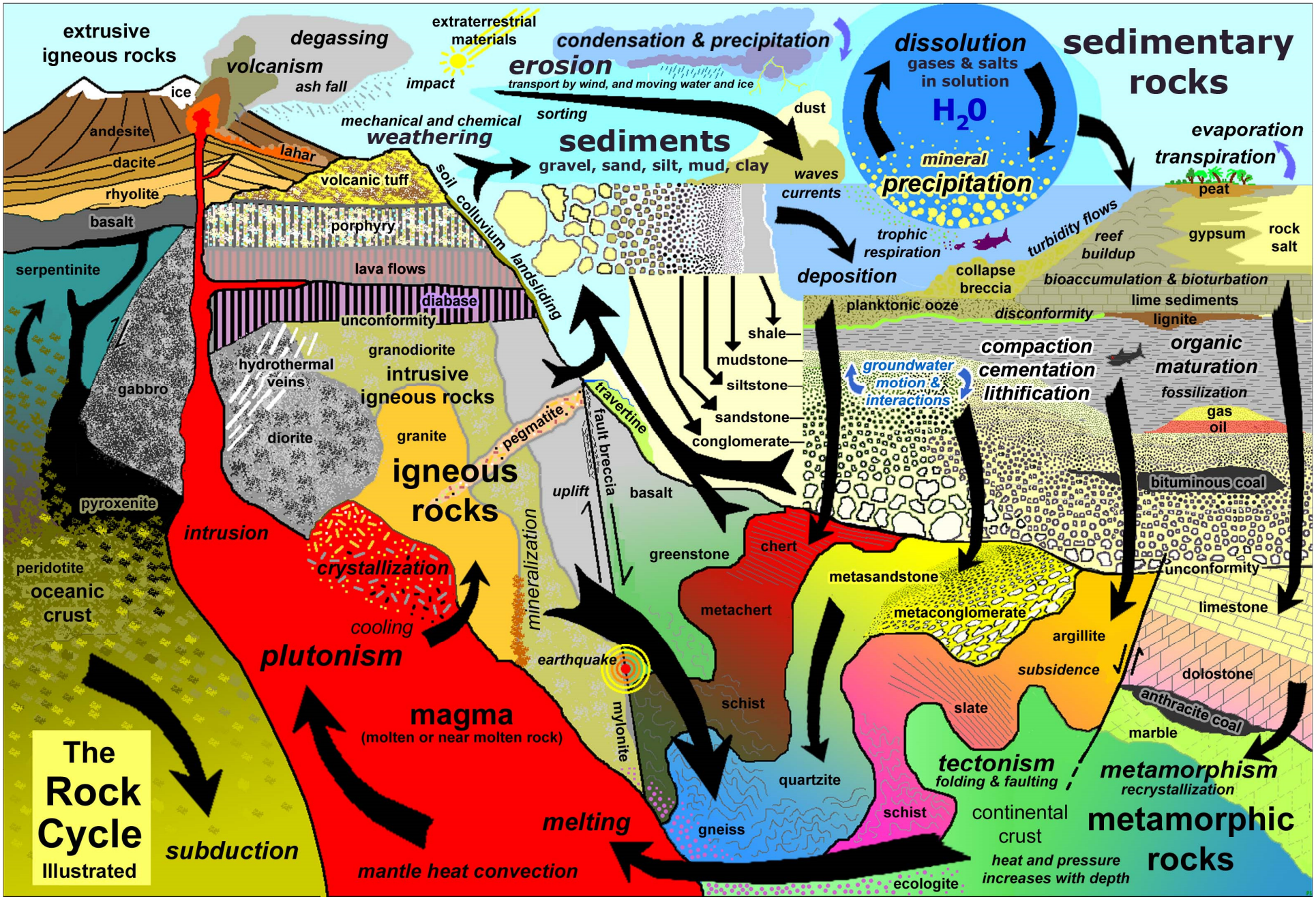

Alain Foucault
Jean-François Raoult
Dictionnaire de géologie
5000 définitions
• Géophysique
• Préhistoire
• Paléontologie
• Pétrographie
• Minéralogie…
7e édition
UniverSciences
DUNOD


BCPST 1re et 2e années
TOUT-EN-UN
Géologie
tout-en-un
CONFORME AU NOUVEAU PROGRAMME
DUNOD


Éléments
de
Géologie
15e édition du « Pomerol »
DUNOD



5- Processus géologiques


extrusive igneous rocks
degassing
volcanism
ash fall
extraterrestrial materials
impact
condensation & precipitation
erosion
transport by wind, and moving water and ice
dissolution
gases & salts in solution
H_2O
sedimentary rocks
ice
andesite
dacite
rhyolite
basalt
lahar
mechanical and chemical weathering
sorting
sediments
gravel, sand, silt, mud, clay
dust
evaporation
transpiration
mineral precipitation
peat
volcanic tuff
soil
colluvium
landsliding
porphyry
waves
currents
trophic respiration
turbidity flows
reef buildup
gypsum
rock salt
deposition
collapse breccia
bioaccumulation & bioturbation
lime sediments
lignite
planktonic ooze
disconformity
serpentinite
lava flows
diabase
unconformity
shale
mudstone
siltstone
sandstone
conglomerate
compaction
cementation
lithification
groundwater motion & interactions
organic maturation
fossilization
gas
oil
granodiorite
hydrothermal veins
intrusive igneous rocks
travertine
fault breccia
gabbro
diorite
granite
pegmatite
igneous rocks
bituminous coal
pyroxenite
uplift
basalt
intrusion
crystallization
greenstone
chert
metasandstone
unconformity
peridotite
oceanic crust
mineralization
metachert
metaconglomerate
limestone
cooling
plutonism
earthquake
argillite
subsidence
dolostone
schist
slate
anthracite coal
magma
(molten or near molten rock)
mylonite
marble
tectonism
folding & faulting
metamorphism
recrystallization
quartzite
schist
continental crust
metamorphic rocks
The Rock Cycle Illustrated
subduction
melting
gneiss
heat and pressure increases with depth
mantle heat convection
ecologite

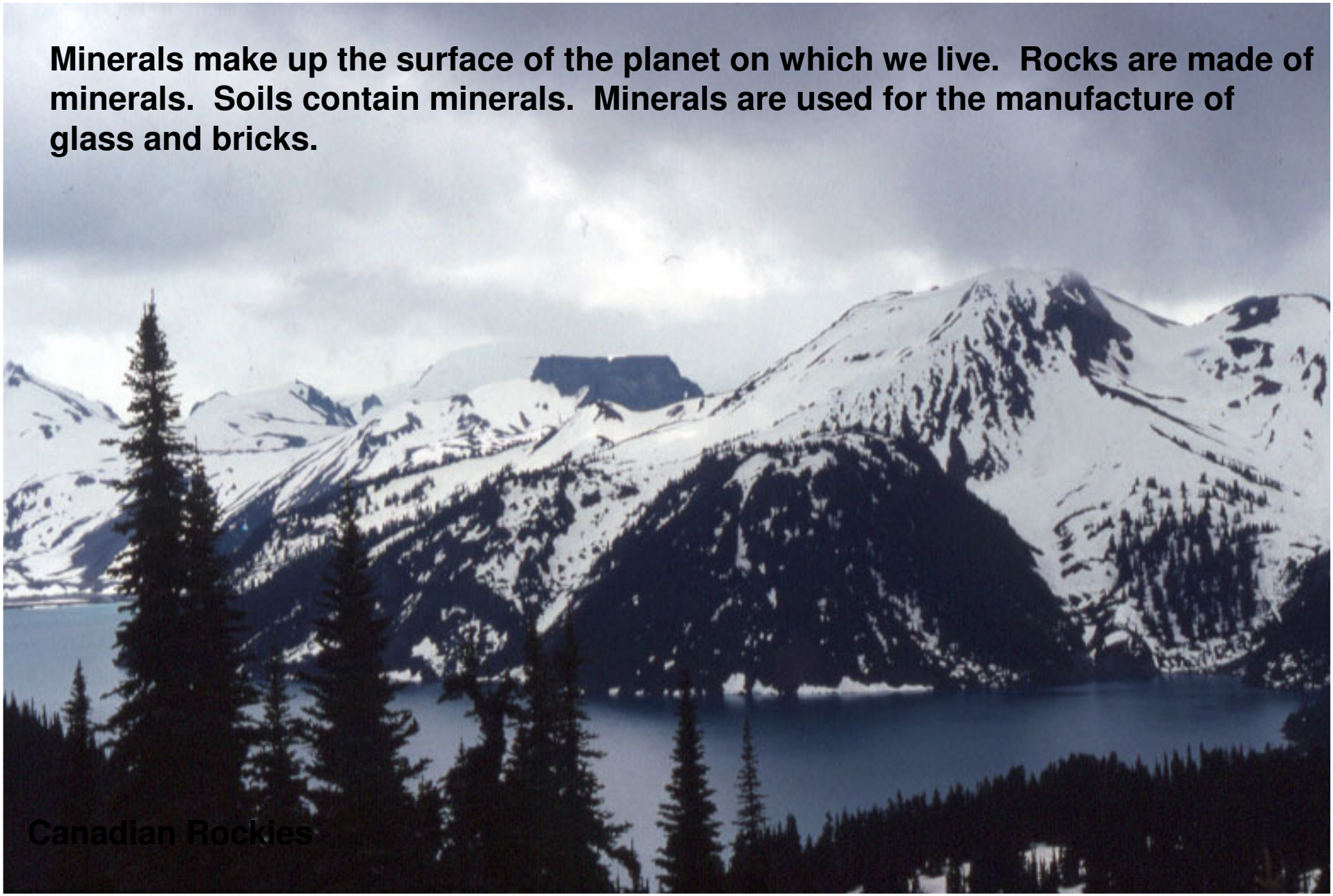
Ce cours explore les processus géologiques:

- formation des minéraux
- volcanisme
- métamorphisme
- sédimentation
- déformation



(1) Formation of Minerals

Minerals make up the surface of the planet on which we live. Rocks are made of minerals. Soils contain minerals. Minerals are used for the manufacture of glass and bricks.



Canadian Rockies

(1) Formation des Minéraux



(2) Volcanisme



(3) Métamorphisme



• **Les roches métamorphiques sont utilisées dans l'industrie de la construction.**

Marble quarry in Vermont, USA

(3) Metamorphism



- **Metamorphic minerals, e.g. garnet, talc, asbestos are valuable.**

- **Anthracite (coal) is a metamorphic rock and an energy reserve.**

Slate from Virginia, USA

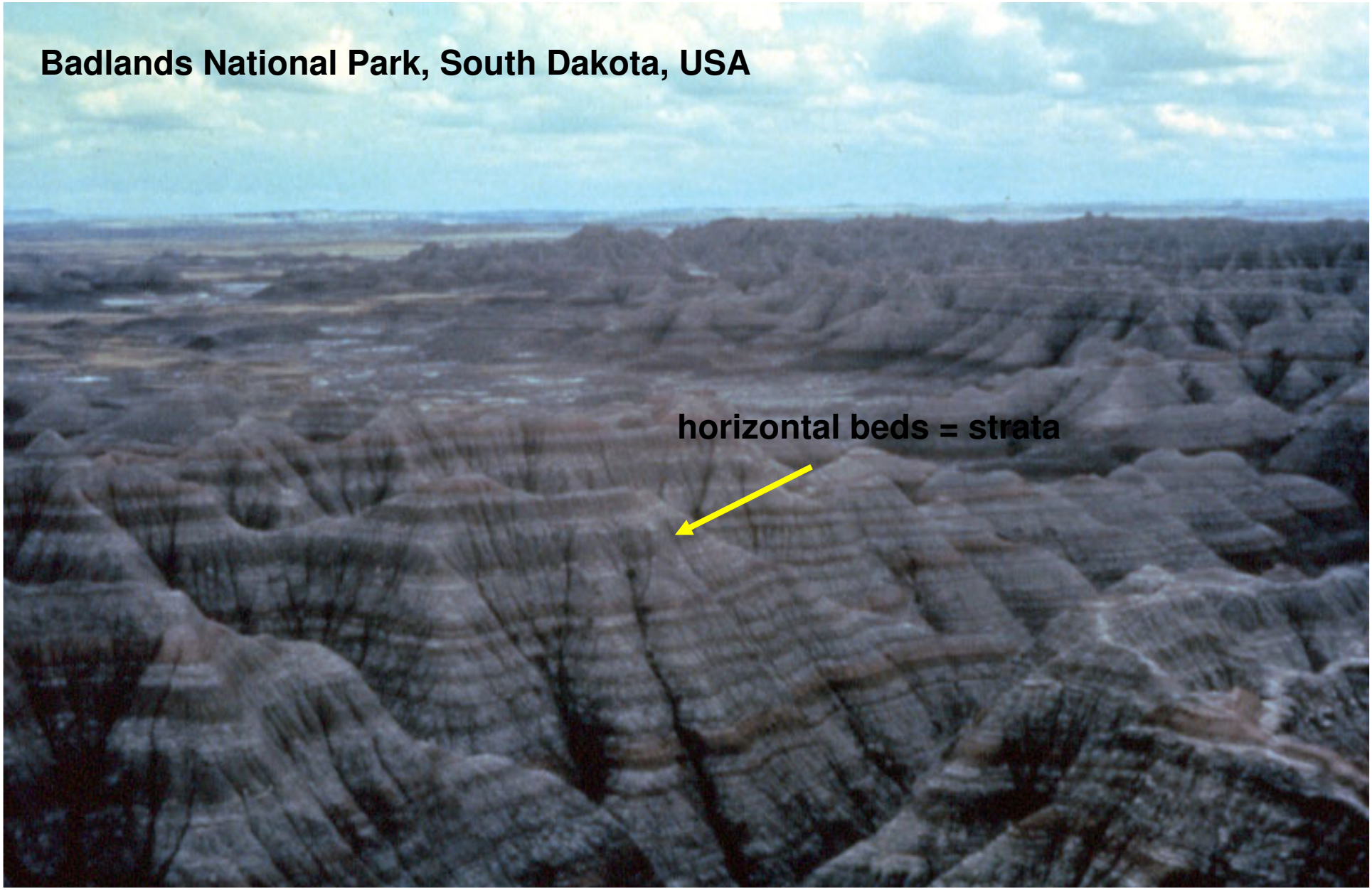
(4) Sédimentation



• **Les processus sédimentaires dans les rivières, océans, réservoirs etc sont gouvernées par le mêmes lois physiques.**

Flooding in Santa Rita de Concepcion, near Pinatubo, July 23, 1991. Bamban River deposited mud from sediment laden water.

(5) Déformation





6- Géologie de l'ingénieur

Principaux domaines de la géologie de l'ingénieur

les ressources naturelles du sous-sol (eau souterraine, géothermie, géomatériaux...)

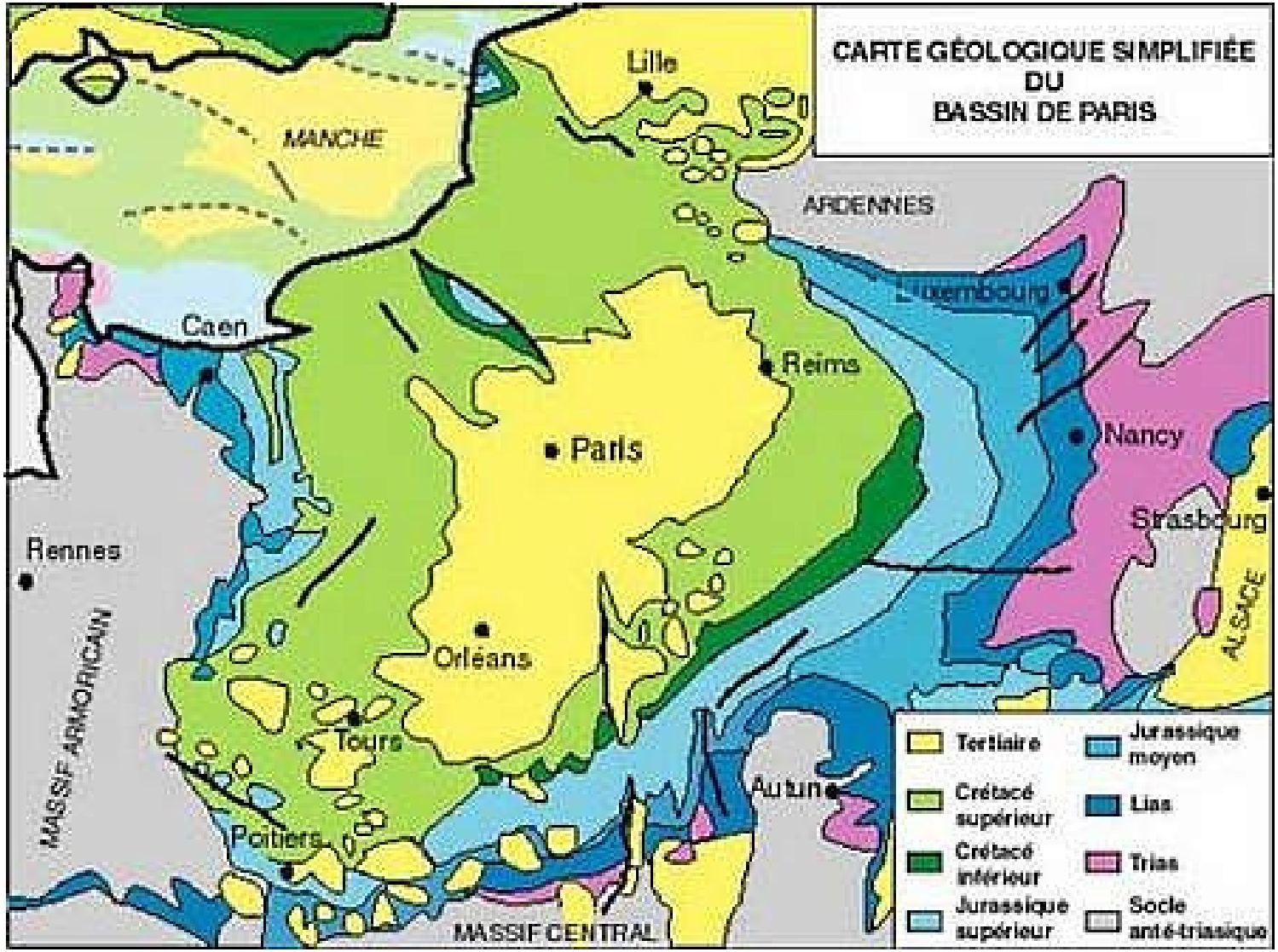
les risques géologiques (instabilités de versants, microzonage sismique...)

la pollution des eaux souterraines

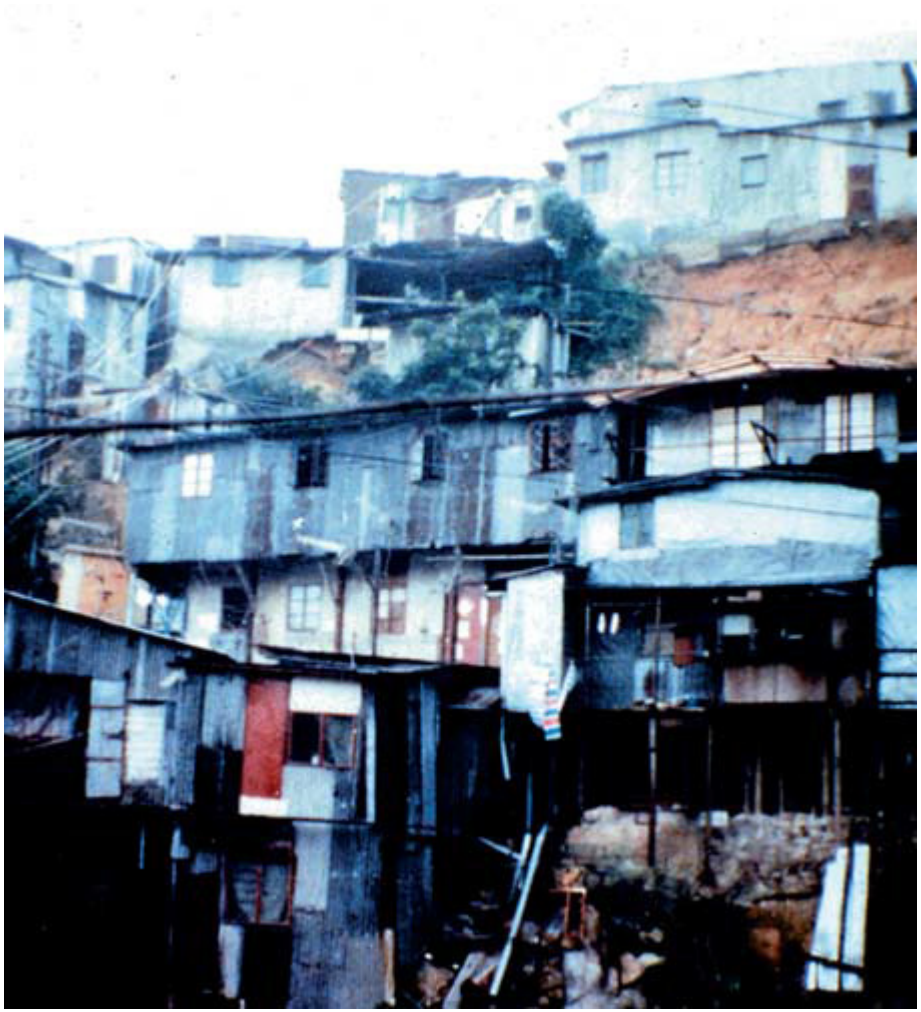
les roches problématiques pour les ouvrages souterrains

l'analyse des géomatériaux par méthodes indirectes

Cartographie



Risques naturels



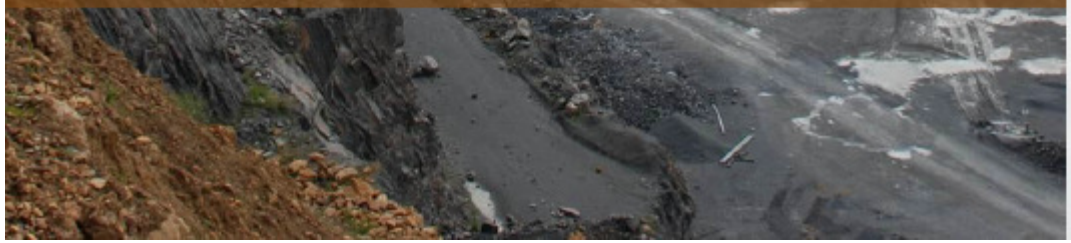


Ressources naturelles



"Une reprise de l'activité minière est possible en intégrant les dimensions sociales et environnementales."

Jean-Claude GUILLANEAU
Directeur des Géoressources



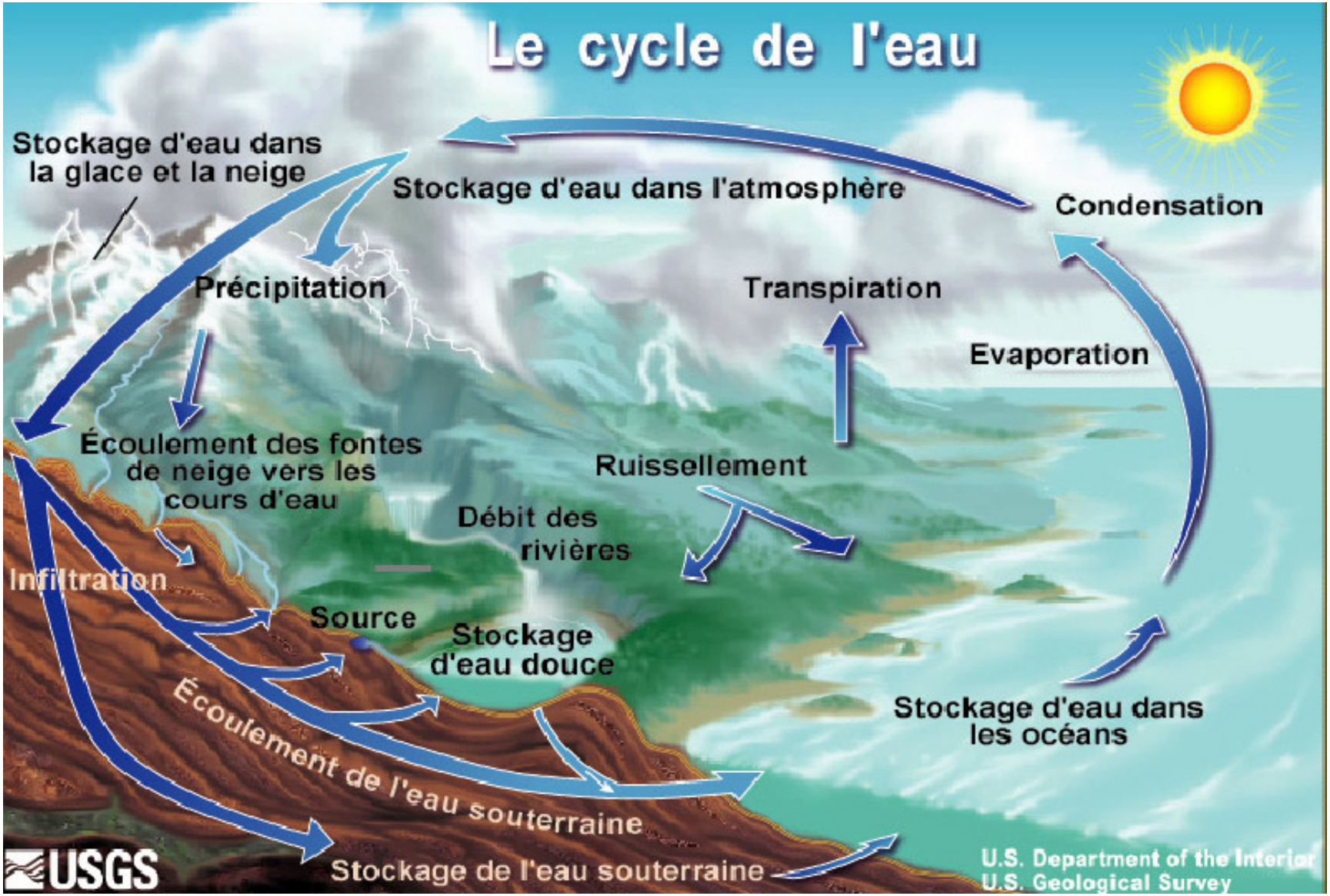
Ressources minérales

Nos travaux portent sur tous les aspects de la connaissance et de la gestion des matières premières minérales.

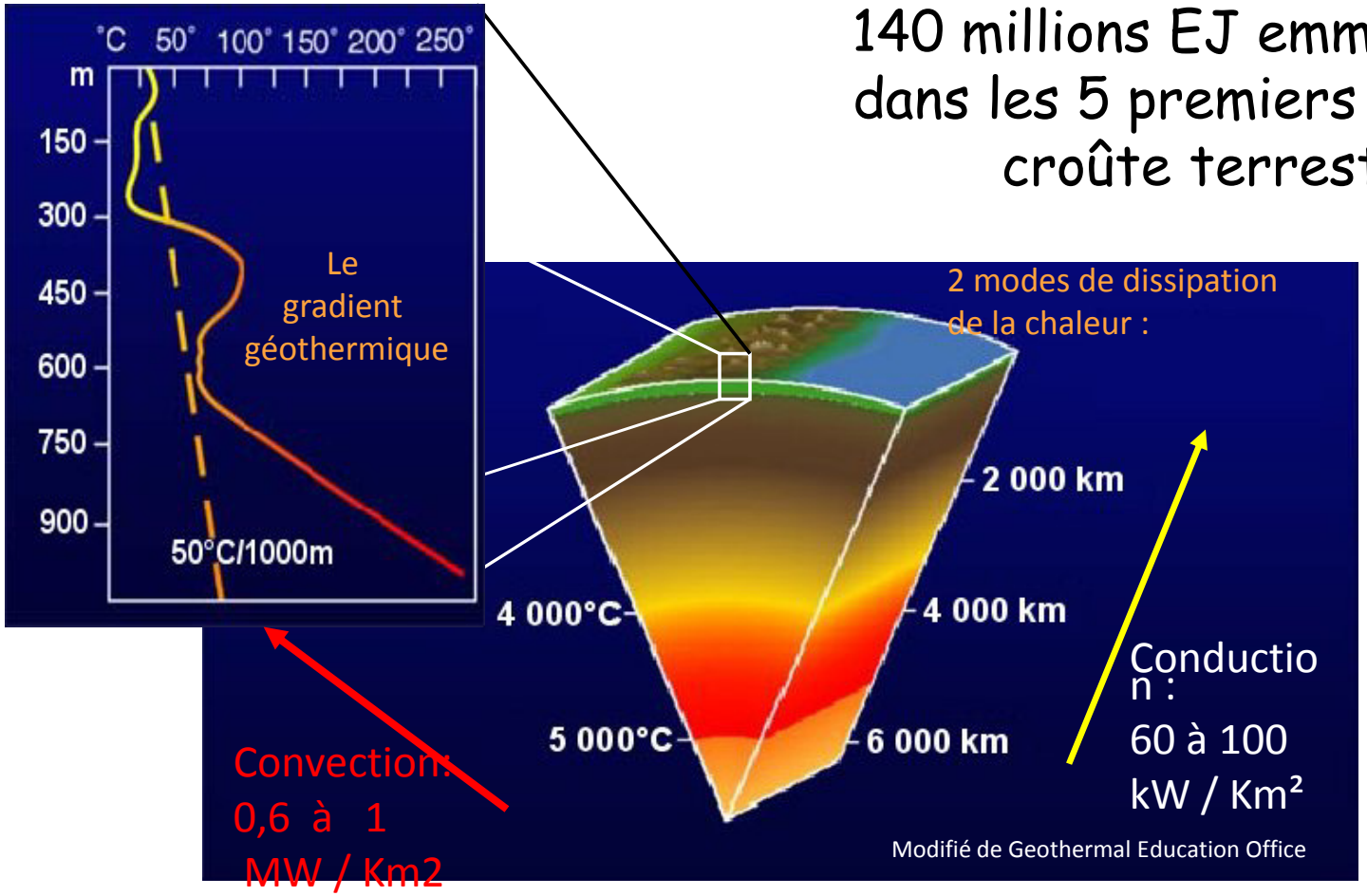
- **Connaissance des minéralisations,** identification des gisements, caractérisation des ressources et réserves.
- **Economie des ressources minières et des métaux.**
- **Impact environnemental et économique** des exploitations.
- **Analyse des cycles de vie des substances.**
- **Expertise minière.**

Pour en savoir +

Ressources en eau



Ressources énergétiques



140 millions EJ emmagasinés dans les 5 premiers km de la croûte terrestre

Géologie du génie civil

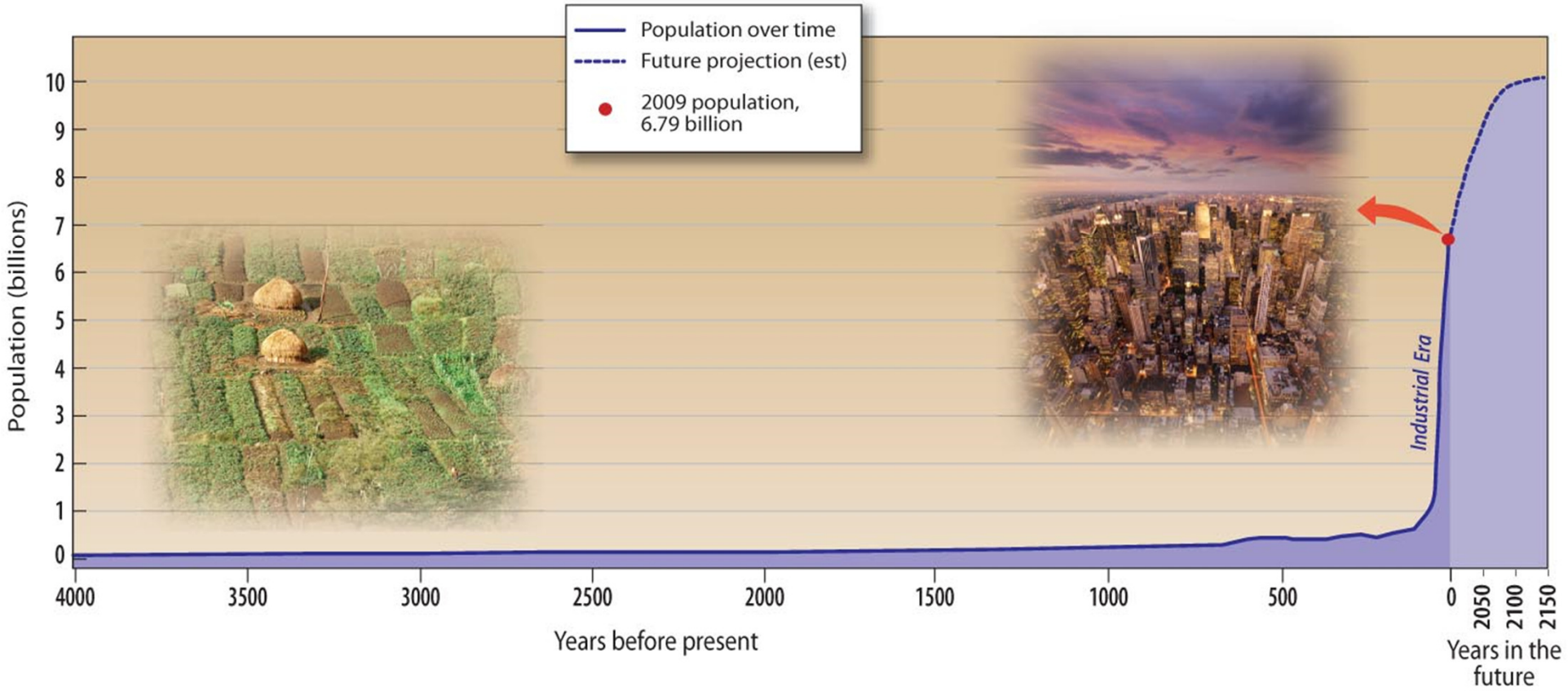


Applications de la géologie au génie civil

à l'amont des études, dans le choix des sites en fonction des impératifs techniques (liée à la topographie ou à des contraintes structurales) ou économiques, et dans la définition des reconnaissances à effectuer ; à ce niveau il est primordial pour le géologue d'identifier les contraintes majeures liées à la nature des terrains, à la structure, à la morphologie.

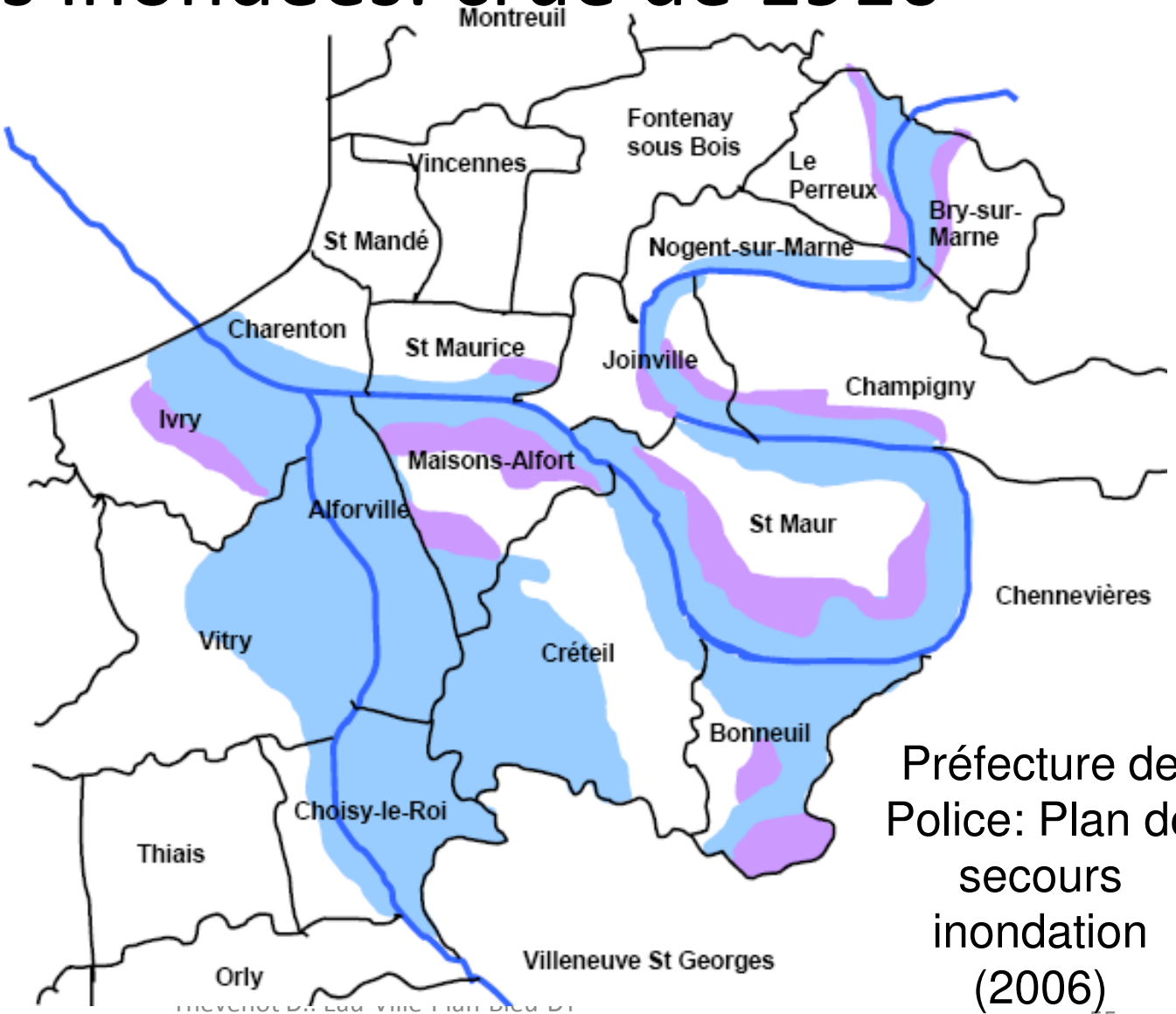
au cours des études géotechniques, dans l'interprétation des résultats, dans leurs interpolations, pour affiner les connaissances et contrôler les hypothèses.

au cours des travaux, dans la réorientation éventuelle du projet pour cause de résultats non-conformes aux hypothèses de départ, ou si un incident se produit (glissement de terrain, venues d'eau.



© 2011 Pearson Education, Inc.

Zones inondées: crue de 1910



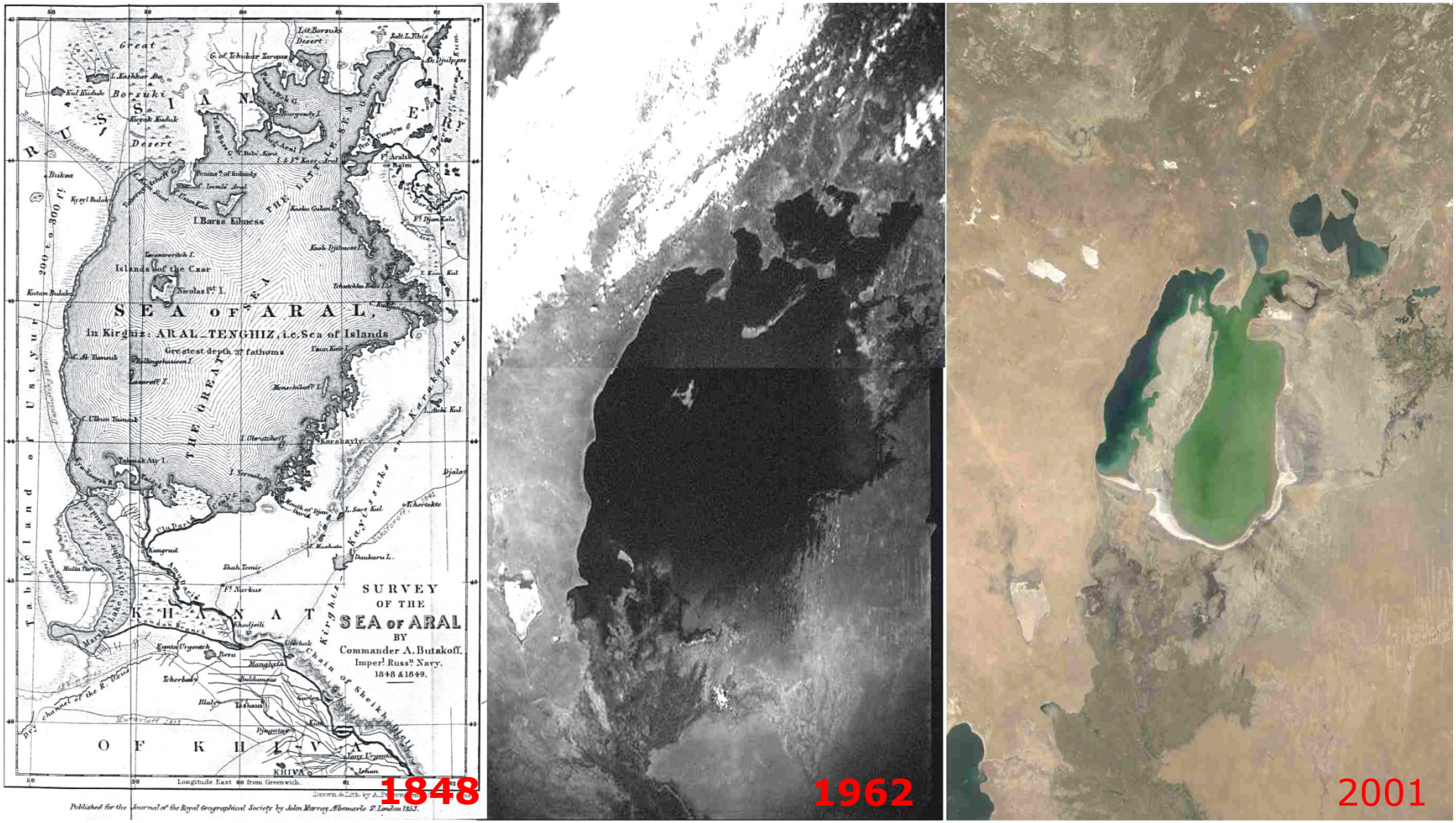
Inondation des :
Voies publiques
Caves

Préfecture de Police: Plan de secours inondation (2006)

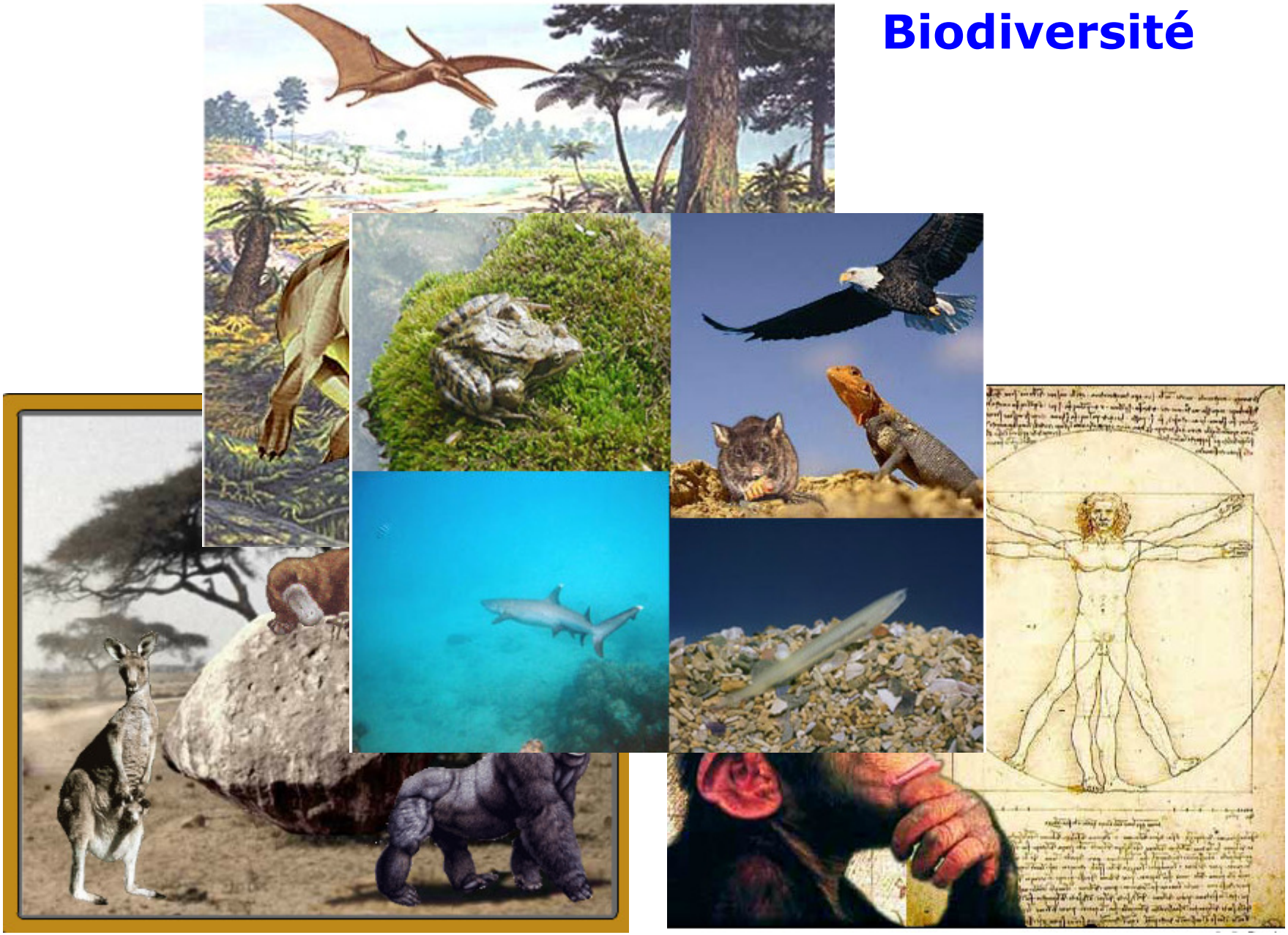
La géologie dans les grands enjeux de société



Diagnostic environnemental



Biodiversité

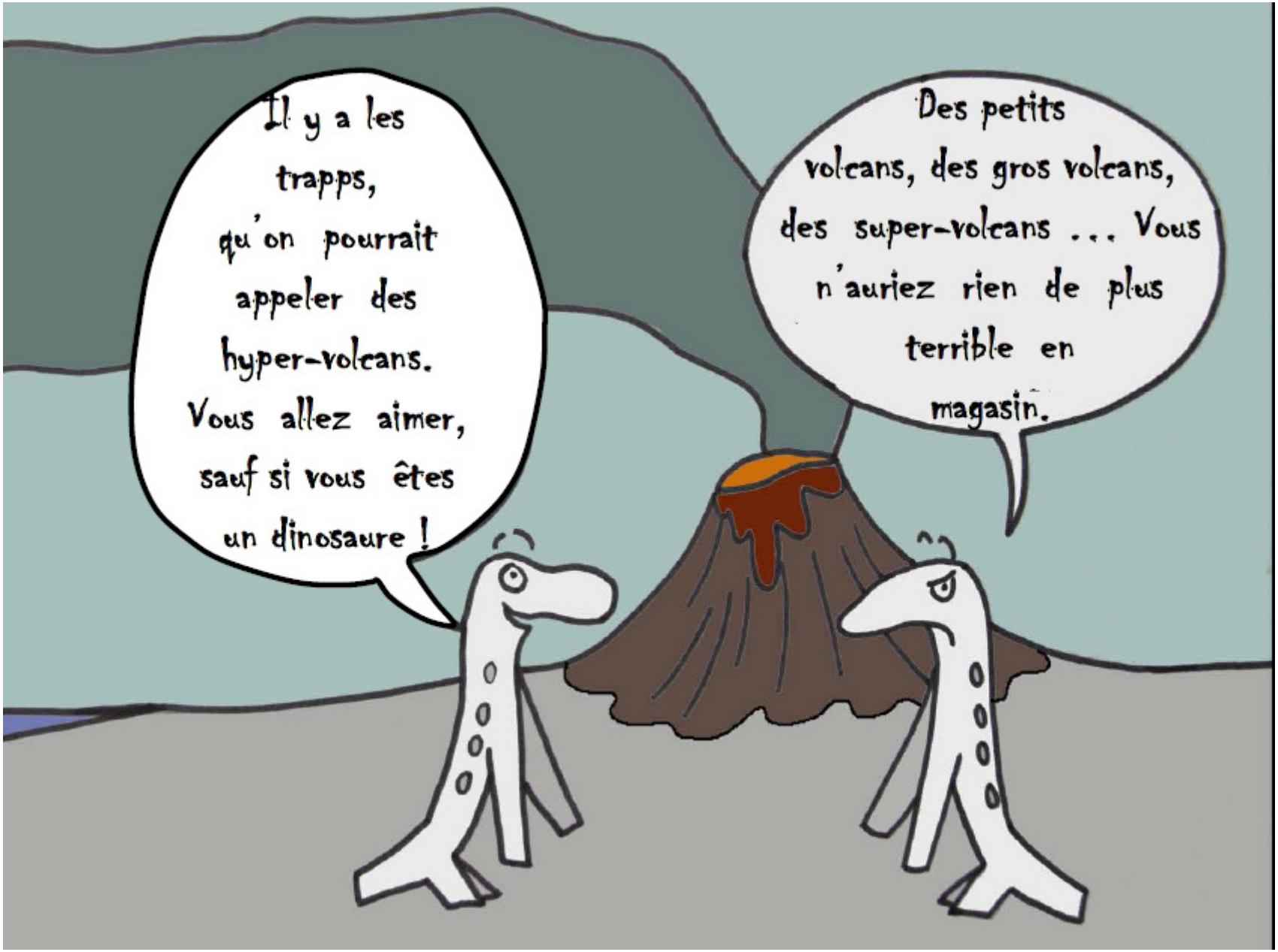


Rémédiation SSP



Stockage des déchets




Il y a les trapps, qu'on pourrait appeler des hyper-volcans. Vous allez aimer, sauf si vous êtes un dinosaure !
Des petits volcans, des gros volcans, des super-volcans ... Vous n'auriez rien de plus terrible en magasin.